Computer School Series

Studiare Facile

FISICA

con

COMMODORE 64

GREMESE EDITORE

Computer Games Series n. 16

Computer School Series

FISICA CON COMMODORE 64

Computer School Series

Volumi pubblicati:

Algebra con COMMODORE 64
Algebra con VIC 20
Algebra con ZX SPECTRUM
Fisica con COMMODORE 64
Fisica con VIC 20
Fisica con ZX SPECTRUM

Di prossima pubblicazione:

Ragioneria con COMMODORE 64
Ragioneria con VIC 20
Ragioneria con ZX SPECTRUM
Inglese con COMMODORE 64
Inglese con VIC 20
Inglese con ZX SPECTRUM

Computer Games Series

Volumi pubblicati:

Giochiamo con COMMODORE 64
Giochiamo con VIC 20
Giochiamo con ZX 81
Giochiamo con ZX SPECTRUM
Giochiamo con ATARI
Giochiamo con TRS-80
Giochiamo con TI 99/4A
Altri giochi per il vostro COMMODORE 64
Altri giochi per il vostro VIC 20
Altri giochi per il vostro ZX SPECTRUM
Altri giochi per il vostro ATARI
Altri giochi per il vostro ZX 81

Di prossima pubblicazione:

Giochiamo con APPLE
Adventure games per il COMMODORE 64
Adventure games per lo ZX SPECTRUM

Computer School Series

FISICA CON COMMODORE 64

Marco Sillano
Giancarlo Zagarese

GREMESE EDITORE

Computer Games Series
Periodico quattordicinale
N. 17 del 26 aprile 1985
Registrazione Tribunale di Roma N. 138/84
del 24 marzo 1984
Direttore Responsabile: Grazia Valci

Collana diretta da
Giancarlo Zagarese

Copertina
Antonio Dojmi

Fotocomposizione
Grafica Internazionale - Roma

Stampa
Nuova STE - Città di Castello

© 1985 GREMESE EDITORE s.r.l.
Via Virginia Agnelli, 88 - 00185 Roma

Tutti i diritti riservati.
Nessuna parte di questo libro può essere riprodotta, registrata o trasmessa, in qualsiasi modo e con qualsiasi mezzo, senza il preventivo consenso formale dell'Editore.

ISBN 88-7605-179-1

MARCO SILLANO - AUTORE

Ingegnere elettronico, si è occupato per alcuni anni di didattica della matematica moderna in un progetto UNESCO, pubblicando lavori e traduzioni. Specializzato nella progettazione di sistemi a microprocessore, insegna attualmente elettronica in una scuola di informatica. Quando non è davanti ad una tastiera lo troverete a pesca od in montagna.

GIANCARLO ZAGARESE
AUTORE E DIRETTORE DI COLLANA

Insegnante di discipline scientifiche, è autore di oltre 300 articoli e di vari volumi nei settori dell'elettronica e dell'attività subacquea. Per GREMESE EDITORE ha già collaborato in *Il Sub per tutti* e *Il Sub in apnea* della serie "gli Abbiccì".

RINGRAZIAMENTI

L'editore e l'autore ringraziano Massimo Lucci per la preziosa collaborazione prestata alla messa a punto dei programmi.

PREFAZIONE

Poco meno di un anno fa la GREMESE EDITORE ha saputo proporre, finalmente in italiano, una dozzina di agili e divertenti volumetti per "giocare" con il computer nella "Computer Games Series".

Il successo, prevedibile ma confortante in questo momento un po' oscuro per l'editoria italiana, ci ha confermato che la via intrapresa era giusta e praticabile.

Oggi, con questa "Computer School Series" proponiamo a quella che ormai è una sterminata falange di possessori di "piccoli" computer di voler fare un passo più avanti anche sul piano culturale.

Reputiamo, infatti, che tutto il sapere tradizionale, con tutte le sue ampie e poliedriche sfaccettature, debba essere "rivisitato" con l'ausilio dei computer.

Ogni elaboratore elettronico, per piccolo che sia, è un mezzo potente che sin d'ora, ma ancora di più nel futuro, ci servirà momento dopo momento, come trampolino di lancio per la nostra fantasia, come amplificatore per la nostra intelligenza e come "ordinatore" per il nostro sapere.

g.c.z.

INDICE

Introduzione 8
Come usare i programmi di questo libro 9
Meccanica 13
Fluidica 32
Termologia 43
Acustica 54
Ottica 63
Elettrologia 73

UTILITÀ:

Conversioni di unità di misura 84
Calcoli con i vettori 94

APPENDICE

Subroutines 103

INTRODUZIONE

Caro lettore, imparando ad utilizzare un computer hai dimostrato di volere e di saperti lanciare nel futuro dell'umanità, affermando il diritto dell'uomo di avventurarsi nell'ignoto, di inventare l'impossibile.

Se hai comprato questo volume ti ringraziamo, se te lo hanno regalato speriamo che vorrai e saprai dedicargli alcune ore del tuo tempo. Noi, gli Autori, tentiamo una impresa difficile che reputiamo meritevole. La Fisica, con tutti i suoi formalismi, con tutta la sua gabbia di strutture astratte è – e lo sarà sempre – la costruzione più orgogliosa che l'umanità ha saputo creare per comprendere la natura, per assoggettarla al suo volere.

Poche generazioni sono passate da quando i venti desertici rendevano arsa la pelle dell'uomo appena uscito dalle caverne o da quando la neve ghiacciata gelava le sue membra malamente coperte. L'uomo imparando a conoscere ha non solo saputo difendersi ma anche a non farsi più intimidire dal buio della notte e dell'ignoto perché ha cercato e trovato dentro di sé la divina scintilla della possibilità di capire e del sapere di poter fare.

Per te a cui non sono più oscuri i meandri dei listati del BASIC, per te le cui agili dita volano sui tasti alfanumerici o del modo grafico è venuto un momento importante in quanto sei ormai pronto ad affrontare l'antico monolite della scienza della Fisica.

Queste pagine – troppo poche in verità – devono servirti come trampolino di lancio; vivile ma sii pronto a lanciarti oltre.

Tu, oggi, hai una possibilità quasi unica nella storia dell'umanità in quanto puoi integrare il passato per costruire il futuro. Quel futuro che sarà quello che vorrai e saprai costruire per te e per l'umanità intera.

Inizia: l'antica scienza della Fisica, patrimonio, retaggio e vanto della nostra civiltà, ti attende.

COME USARE I PROGRAMMI DI QUESTO LIBRO

Per utilizzare i programmi di questo libro ci occorre un C-64, un registratore CBM oppure un registratore normale con adattatore ed un televisore o monitor, meglio se a colori.

Accendiamo il C-64: apparirà sullo schermo una scritta con l'indicazione della quantità di memoria disponibile ed il messaggio "READY".

A questo punto siamo pronti ad introdurre i nostri programmi copiandoli fedelmente dal libro, riga per riga e premendo alla fine di ogni riga il tasto /RETURN/.

Ci potrà capitare di fare degli errori: per cancellare una riga basta scriverne il numero e usare il tasto /RETURN/; per correggerla si può riscriverla tutta oppure riscrivere soltanto le parti sbagliate, con l'uso dei tasti /DELETE/ (cancella) e /INSERT/ (inserisci). Premendo /RETURN/ la riga corretta sostituirà la vecchia.

Controlliamo spesso quello che abbiamo scritto dando il comando /LIST/ e, quando il programma è così lungo da non entrare tutto nel video, usiamo /LIST riga iniziale - finale/ (per esempio /LIST 1000-1050/): potremo così controllare le righe comprese tra i numeri che avremo indicato. Consultiamo il manuale del C-64 per maggiori informazioni sull'uso di queste funzioni.

CARATTERI SPECIALI

Il C-64 accetta all'interno di ogni stringa – dopo il segno /"/ (virgolette) – dei caratteri speciali, che servono in genere a spostare il cursore o a definire il colore in fase di esecuzione del programma.

Questi caratteri speciali appaiono sullo schermo come piccoli disegni su fondo scuro, come peraltro già indicato nel manuale del COMMODORE.

Noi abbiamo stampato i nostri programmi con una stampante FACIT 4511, utilizzando un programma di stampa apposito che sostituisce ai caratteri speciali i nomi dei tasti da usare per ottenerli, scritti tra parentesi quadre.

L'esempio "STAMPA CARATTERI SPECIALI" mostra come appaiono sul video e nei listati di questo libro, i caratteri speciali usati.

```
125 REM
127 REM  PER I LISTATI DEI PROGRAMMI DI
131 REM  QUESTO LIBRO E' STATA USATA LA
135 REM            STAMPANTE FACIT-4511
139 REM      QUESTO ESEMPIO MOSTRA COME
143 REM         APPAIANO I CARATTERI DI
147 REM  CONTROLLO SUL VOSTRO SCHERMO E
151 REM       QUALI TASTI OCCORRA USARE
155 REM                   PER OTTENERLI
159 REM     SEGUENDO LE INDICAZIONI DEL
163 REM                         LISTATO.
167 REM
171 REM
175 REM
179 REM   "CARATTERE     [TASTI]
183 REM
187 REM
191 PRINT "▚             [HOME]
197 PRINT "▞             [SHIFT]+[HOME]
199 PRINT "▘             [CRSR↑]
203 PRINT "▝             [SHIFT]+[CRSR↑]
207 PRINT "▖             [CRSR←]
211 PRINT "▗             [SHIFT]+[CRSR←]
215 PRINT "▚             [CTRL]+[RVS ON]
219 PRINT "▞             [CTRL]+[RVS OFF]
223 REM
227 REM
231 REM*********************************
235 REM
239 REM
243 REM A VOLTE NEL LISTATO I CARATTERI
247 REM      DI CONTROLLO RIPETUTI SONO
251 REM                  INDICATI COSI':
255 REM
259 REM
263 PRINT "▘▘▘           [3 CRSR←]
267 REM
271 REM
307 REM*********************************
```

```
315 REM
319 REM   NON COPIATE QUESTO PROGRAMMA!
327 REM
331 REM*******************************
```

COMMENTI

Nei nostri programmi abbiamo introdotto righe di commento (sono quelle che iniziano con /REM/) e righe di separazione (quelle che contengono solo i due punti /:/), per mettere in evidenza le varie parti del programma stesso. Queste righe, pur non influenzando il funzionamento del programma, occupano spazio in memoria e tempo per copiarle!

Quando copiamo un programma potremo quindi saltare tutte le righe di commento o di separazione. Per facilitarci il compito, queste righe hanno un numero dispari, perciò copiamo solo le righe con i numeri pari e trascuriamo del tutto quelle dispari.

Il seguente programma:

```
 999 REM*****************************
1000 PRINT "PROVA"
1003:
1010 STOP
1013 REM*****************************
```

deve essere perciò copiato così, eliminando tutte le righe dispari:

```
1000 PRINT "PROVA"
1010 STOP
```

in modo da risparmiare spazio in memoria e tempo nel copiarlo.

MEMORIZZARE

Dopo aver scritto un programma, come prima cosa "salviamolo" su nastro. Questo si fa con il comando /SAVE "nome"/. Scegliamo per i nostri programmi dei nomi brevi e che indichino chiaramente di che programma si tratta: ci sarà più facile ricordarli ed usarli.

Salviamo il programma su nastro prima ancora di provarlo: infatti un errore anche stupido nel programma può causarne la

distruzione, e, se non ne avremo una copia su nastro da ricaricare, dovremo ricominciare a scriverlo.

Dopo aver salvato il programma possiamo provarlo: diamo il comando /RUN/ e controlliamo che non ci siano indicazioni di errore e che lo schermo si presenti esattamente uguale alle figure riportate come esempio per ciascun programma: sono l'esatta riproduzione di quanto appare sullo schermo, ottenute con un programma apposito. Ricontrolliamo accuratamente le righe che danno origine a messaggi di errore, in quanto è facile, anche mettendoci la massima attenzione, fare una svista: basta saltare una virgola! Proviamo tutte le funzioni di un programma, e controlliamone i risultati. Quando siamo ben certi che il programma è a posto, salviamolo in maniera definitiva. Vi consigliamo di registrare i programmi almeno due volte, su due cassette diverse; non si sa mai, una cassetta potrebbe danneggiarsi e perderemmo il nostro programma! Quindi due copie su due cassette: una da usare comunemente, l'altra da tenere da parte, di riserva.

SUBROUTINES

I primi programmi da copiare sono le subroutines dell'appendice. Saranno usate da tutti gli altri programmi. Copiamole e registriamole (su due cassette) possibilmente all'inizio del nastro poiché le useremo spesso: così ci sarà più facile ritrovarle.

Diamo loro il nome di SUBROUTINES.

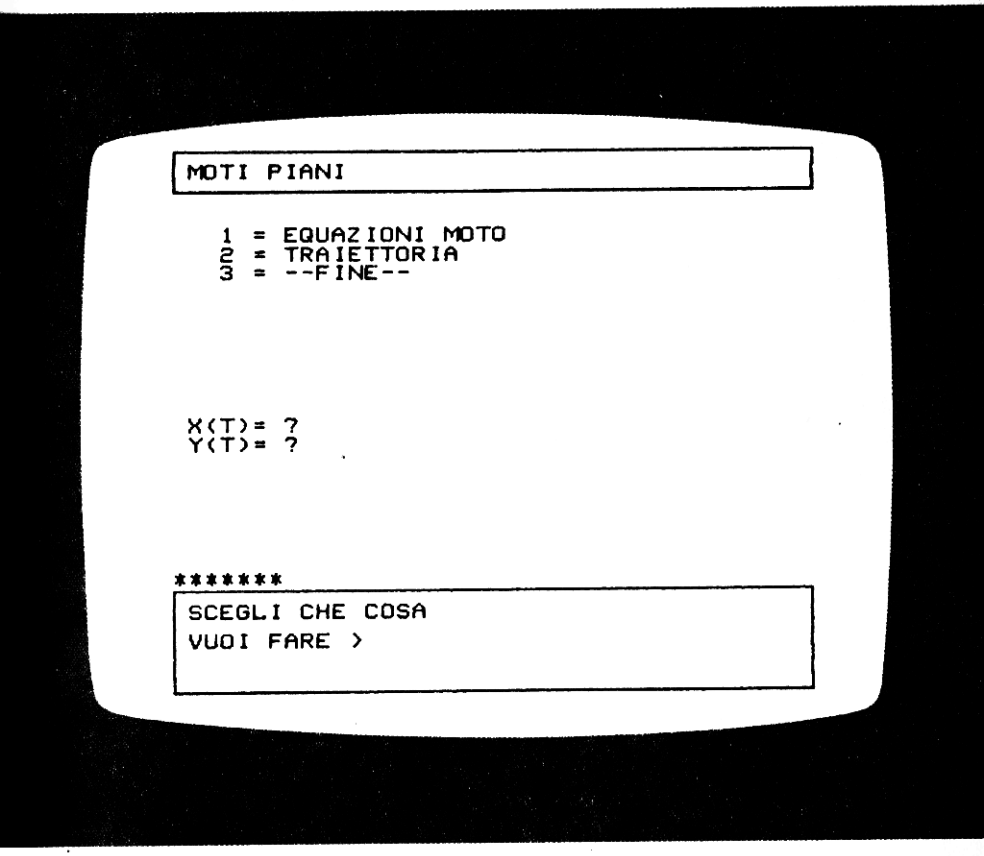
Quando vogliamo copiare un programma di questo libro o quando vogliamo scrivere un nostro programma che le utilizzi, per prima cosa, carichiamo le subroutines in memoria, con il comando /LOAD "SUBROUTINES"/ – poi scriviamo il programma e registriamo di nuovo tutto il nome del programma che abbiamo scritto.

Per usare in seguito questo programma ricarichiamolo in memoria e quando appare la scritta /READY/, scriviamo semplicemente /RUN/: il programma funzionerà.

RICORDIAMOCI DI:

- Caricare le subroutines
- Copiare solo le righe pari
- Fare attenzione ai caratteri speciali
- «Salvare» il programma appena scritto
- Provare attentamente i programmi
- Registrare definitivamente *due volte* su *due cassette diverse*.

MECCANICA



La Meccanica è la prima parte della Fisica che si affronta nel curriculum scolastico italiano. Le sue tradizionali divisioni in Cinematica, Statica e Dinamica creano però qualche problema a chi inizia. Intendiamoci: la divisione è del tutto corretta sotto l'aspetto logico ma l'eleganza matematica di voler introdurre e trattare a poco a poco le grandezze, a cominciare dal tempo e dallo spazio, crea un impatto certamente troppo astratto a chi per età o per cultura non è ancora abituato ad utilizzare schemi sintetici di pensiero.

La Fisica, d'altronde, ha sempre avuto due anime.

Da un lato l'anima "tecnica", con tutto il suo bagaglio di "macchine semplici", volute dalla necessità e dal vantaggio di

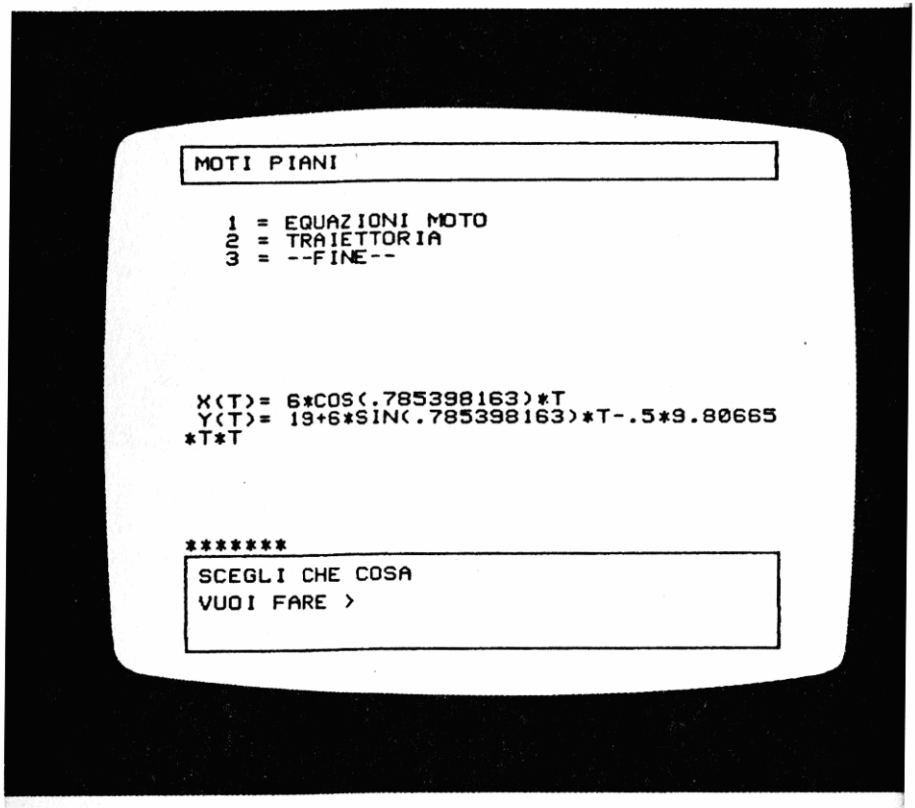
usare forze molto più potenti di poche braccia umane e dal piacere innato dell'homo faber di costruire, organizzare, far funzionare.

Dall'altro lato l'anima teorica, quella capace di innalzarsi oltre la complessità delle cose materiali, intuendo e realizzando eleganti e cristallini grattacieli di pensiero del tutto liberi e scevri di inutili complicazioni, nel sogno tutto umano di capire le realtà più profonde, le ultime.

CINEMATICA

La prima parte in cui è formalizzata la Fisica classica inizia con la Cinematica, con un punto immateriale lanciato a percorrere un certo spazio in un certo intervallo di tempo, eterno nel suo moto uniforme garantito dal principio di inerzia, enunciato per la prima volta in modo chiaro da Galileo.

Poi le cose si complicano, intervengono delle "cause" ed ecco il punto immateriale deviare dalla sua traiettoria origina-

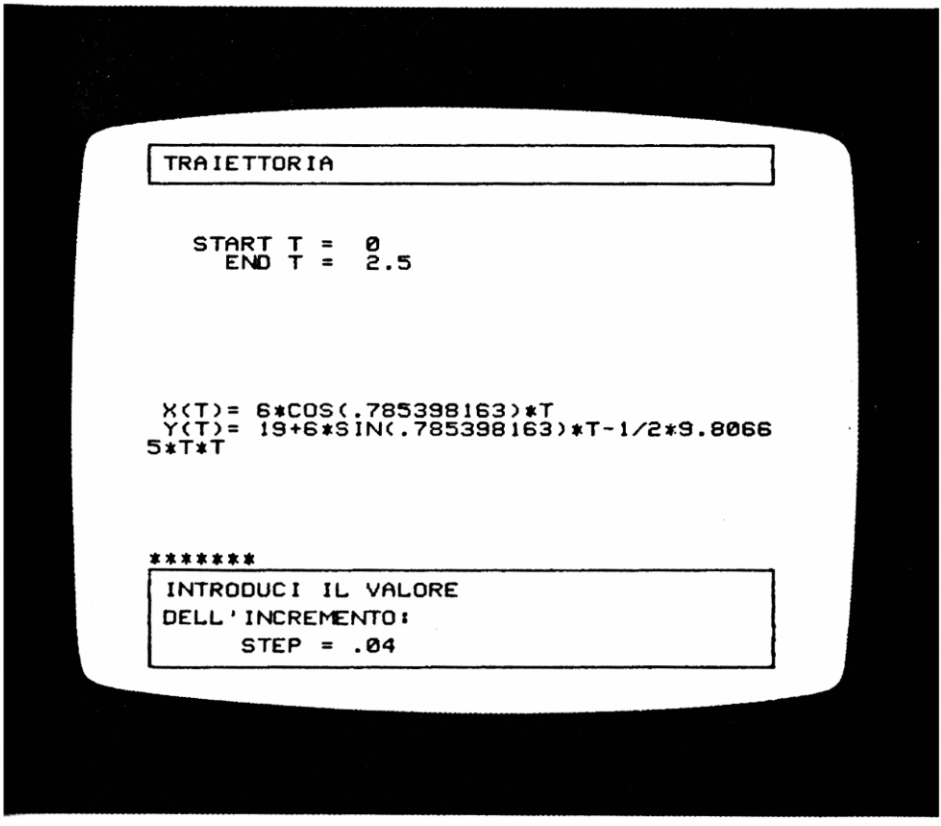


ria, variare il suo moto. Via via vengono introdotti i moti uniformemente accelerati, quelli ritardati, quelli circolari ed infine quelli armonici, i più complessi. Questa parte della Cinematica è però intuibile, le sue equazioni orarie facili; per i calcoli basta generalmente la solita calcolatrice tascabile.

Noi, con il nostro computer vogliamo andare oltre, spingendoci nel regno dei moti composti, in cui un punto deve "seguire" contemporaneamente due moti. Andiamo perciò a vedere il moto dei sassi che, da fanciulli, ci piaceva lanciare il più in alto ed il più lontano possibile.

I MOTI COMPOSTI

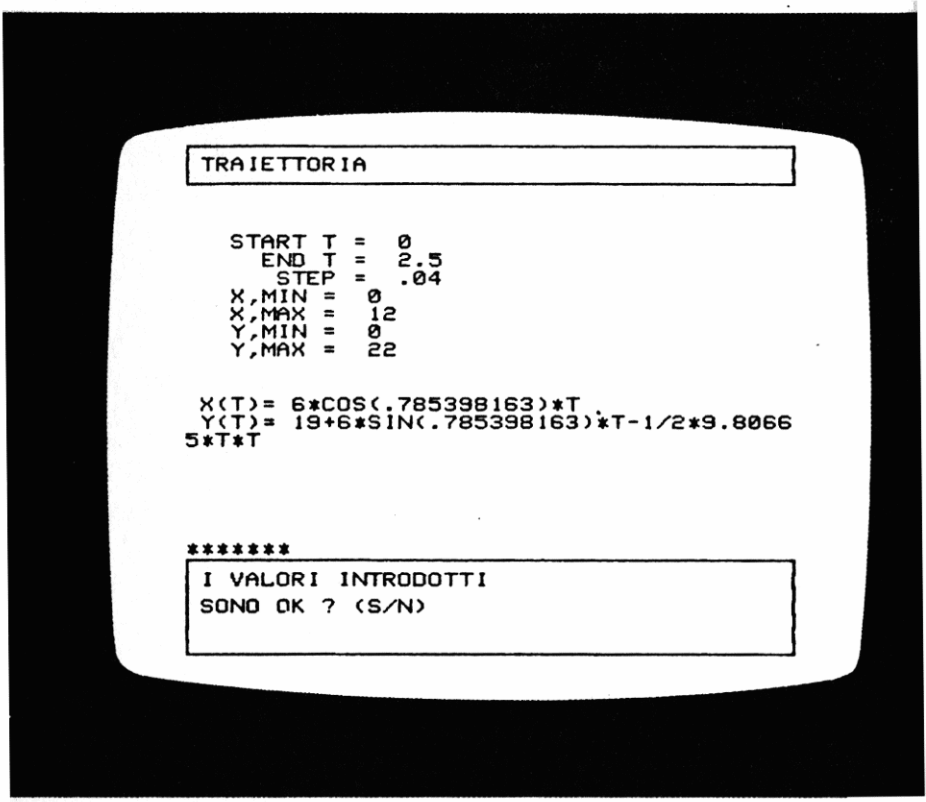
L'argomento scelto per l'applicazione con il computer nell'ambito della Cinematica è uno dei più conosciuti moti composti. Se si lancia un grave, un sasso o un proiettile di cannone con un certo angolo rispetto alla superficie della terra, lo si ve-



drà muovere secondo una traiettoria parabolica. Dopo l'avvio dato dalla forza che agisce nella fase iniziale il corpo dovrebbe muoversi di moto rettilineo uniforme. Intervengono, però, altre forze: vi è l'attrito che esercita il mezzo attraversato, nella fattispecie l'aria – noi lo consideriamo trascurabile –, vi è poi la potente forza di gravità che cercherà, riuscendovi, di riportare sulla superficie della terra il grave che era stato lanciato verso l'alto.

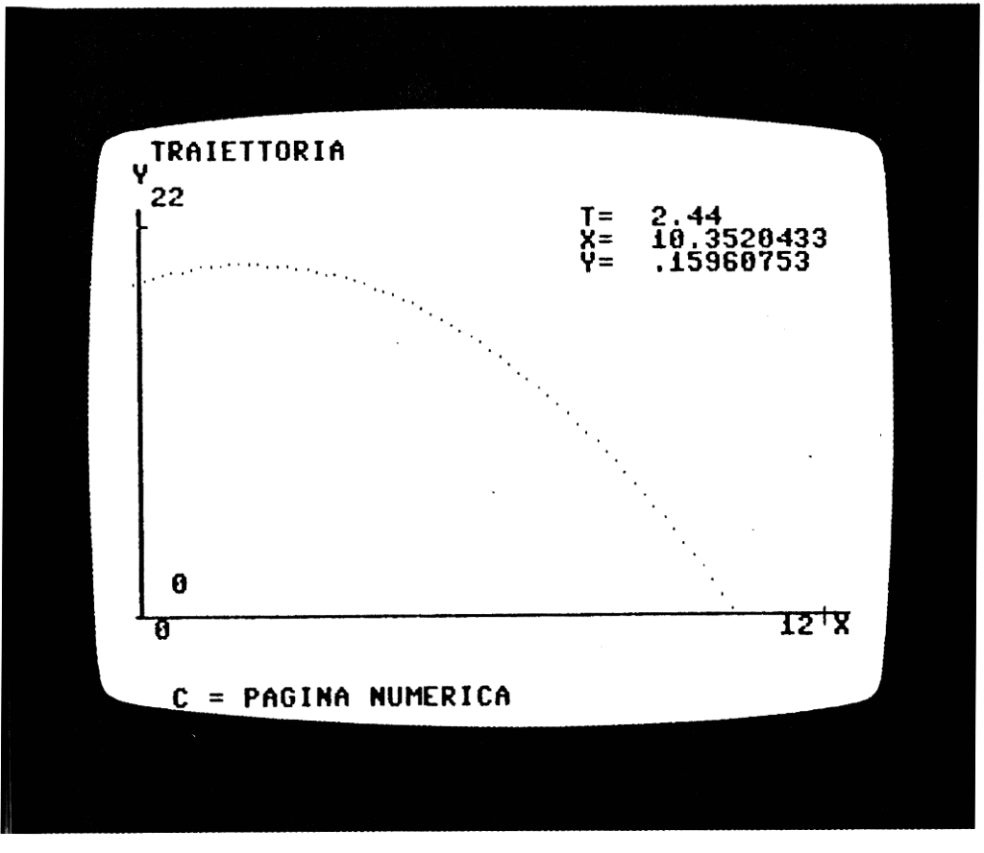
Volendo analizzare il particolare moto composto di cui si occupa il programma vanno prese in considerazione innanzi tutto l'altezza da cui il sasso è stato lanciato, poi la forza di gravità che, come si sa, è un po' diversa nei vari luoghi della superficie della Terra – per non parlare della Luna e degli altri pianeti – e, inoltre vi è da considerare che il lancio del grave avviene con una certa velocità dovuta all'azione di una forza che ha impresso alla massa di quel particolare sasso una accelerazione.

È interessante notare una cosa: tutti noi abbiamo cercato di



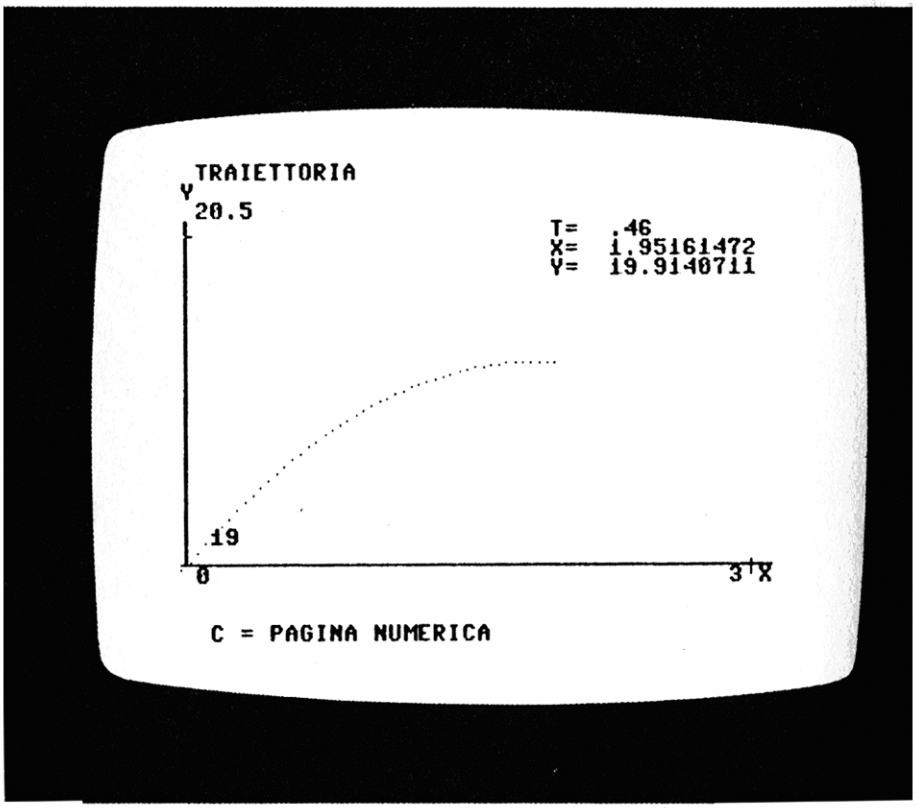
lanciare i nostri sassi il più lontano possibile, verso l'orizzonte, e tutti noi ci siamo resi conto dopo un po' di prove – anzi molte – che per lanciare il sasso più lontano degli altri occorreva lanciarlo verso l'alto, ma non tanto in alto, altrimenti sarebbe cascato quasi sulla nostra testa – ecco l'importanza dell'angolo di lancio –; ci siamo anche resi conto che, in funzione della forza dei muscoli della nostra spalla e del nostro braccio, bisognava scegliere il "proietto" in modo che non fosse né troppo leggero né troppo pesante – ecco l'influenza della massa del grave lanciato in funzione della forza disponibile –; ed infine ci siamo resi conto che il sasso andava più lontano se ci eravamo arrampicati su di un costone di roccia ma, anche, che era praticamente inutile salire oltre una certa altezza in quanto alla fin fine il sasso precipitava quasi verticalmente – ecco l'influenza dell'altezza del punto di lancio rispetto al punto di arrivo.

Questa parte della Fisica è servita anche per la balistica, per colpire più lontano e più esattamente con un proiettile di can-



none; serve, però, anche e soprattutto, per svincolare oggi dalla madre-terra i missili e i razzi che portano fragili navicelle spaziali oltre i confini troppo ristretti del nostro pianeta e servirà domani – lo speriamo e ce lo auguriamo – a lanciare le grandi astronavi che faranno sciamare la nostra umanità nel nero velluto dello spazio trapuntato di stelle lontane. Anche allora, però, le eterne leggi della Fisica governeranno questo fenomeno, così come avevano governato il sasso lanciato dalla parete di roccia, lontano, verso le azzure onde del mare, più veloce e più in alto dello stridulo volo di bianchi gabbiani.

```
 99 REM*****************************************************
100 F$="?":E$="?"
105 :
109 REM*****************************************************
```



```
 110 PR$="MOTI PIANI"
 117 REM*****************************************************
 119 :
 120 GOSUB 500
 125 :
 200 PN$(1)="EQUAZIONI MOTO"
 210 PN$(2)="TRAIETTORIA"
 220 PN$(3)="--FINE--"
 245 :
 300 PN=3:GOSUB 9400
 305 :
 310 IF PS=3 THEN 5000
 320 ON PS GOTO 1000,2000
 335 :
 500 GOSUB 8000
 510 RC=13:GOSUB 8100:PRINT " X(T)= ";F$
 520 PRINT " Y(T)= ";E$:RETURN
 995 :
1000 PR$=PN$(1):GOSUB 500
1005 :
1010 M1$="SCRIVI L'EQUAZIONE":M2$="PARAMETRICA"
1020 M3$="X= ":I=1:GOSUB 9000
1030 IF RI$="N" THEN
1075 :
1080 F$=ST$
1095 :
1130 M3$="Y= ":I=2:GOSUB 9000
1140 IF RI$="N" THEN 110
1160 P1$="6000 CX="+F$+":CY="+ST$
1170 P2$="F$="+CHR$(34)+F$+CHR$(34)
1180 P3$="[2 CRSR↑]E$="+CHR$(34)+ST$+CHR$(34)+":GOTO110"
1190 GOSUB 9200
1195 :
2000 PR$=PN$(PS):GOSUB 500
2005 :
2100 GOSUB 4000
2105 :
2110 GOSUB 4200
2425 :
```

```
2450 GOSUB 9800
2455 :
2460 FOR I=9152 TO 14599 STEP 320:FOR K=I TO (I+7)
2470 POKE K,48:NEXT :NEXT :POKE 9158,30:FOR I=0 TO 39
2475 :
2480 POKE 14599+8*I,255:NEXT :XX=308:YY=165:GOSUB 9700
2490 X1=0:Y1=6:GOSUB 9600:XH=0:YH=1:M3$="Y":GOSUB 9500
2500 YH=21:XH=39:M3$="X":GOSUB 9500
2504 YH=19:XH=1:M3$=STR$(VR(6)):GOSUB 9500
2510 YH=2:XH=0:M3$=STR$(VR(7)):GOSUB 9500:YH=21:XH=0
2515 :
2520 M3$=STR$(VR(4)):GOSUB 9500:M3$=STR$(VR(5))
2530 XH=38-LEN(M3$):GOSUB 9500
2535 :
2610 SX=304/(VR(5)-VR(4))
2620 SY=135/(VR(7)-VR(6))
2660 T=VR(1)-VR(3)
2685 :
2730 GOSUB 6000
2740 PX=(CX-VR(4))*SX+5
2750 PY=(CY-VR(6))*SY+24
2755 :
2800 IF PX<0 OR PX>310 THEN 3000
2810 IF PY<0 OR PY>175 THEN 3000
2820 XX=PX:YY=190-PY:GOSUB 9700:GOTO 3000
2825 :
2830 XH=25:YH=3:M3$=LEFT$("T= "+STR$(T)+"          ",14)
2834 GOSUB 9500
2840 YH=4:M3$=LEFT$("X= "+STR$(CX)+"          ",14)
2844 GOSUB 9500
2850 YH=5:M3$=LEFT$("Y= "+STR$(CY)+"          ",14)
2854 GOSUB 9500
2860 RETURN
2875 :
2900 M3$=LEFT$(M3$,10):GOSUB 9500:RETURN
2915 :
3000 GET I$
3100 IF I$="" THEN 3200
3110 IF I$="C" THEN 3230
```

```
3120 GOSUB 2830
3130 GET I$:IF I$="" THEN 3130
3140 GOTO 3200
3155 :
3200 T=T+VR(3):IF T<=VR(2) THEN 2730
3210 GET I$:IF I$="" THEN 3210
3230 GOSUB 9900
3400 GOSUB 510
3405 :
3410 PN$(1)="CAMBIO EQUAZIONI"
3420 PN$(2)="CAMBIO TEMPI"
3430 PN$(3)="CAMBIO ASSI"
3440 PN$(4)="TRAIETTORIA"
3450 PN$(5)="----FINE----"
3455 :
3500 PN=5:GOSUB 9400
3505 :
3510 ON PS GOTO 3610,3620,3630,3640,3650
3515 :
3610 GOTO 1000
3620 GOSUB 500:GOSUB 4000:GOTO 2450
3630 GOSUB 500:GOSUB 4200:GOTO 2450
3640 GOTO 2450
3650 GOSUB 8000:END
3995 :
4000 I=1
4005 :
4020 M1$="INTRODUCI IL VALORE"
4030 M2$="INIZIALE DI T:"
4040 M3$="  START T = "
4050 GOSUB 8800
4055 :
4060 M2$="FINALE DI T:"
4070 M3$="    END T = "
4080 GOSUB 8800
4085 :
4090 M2$="DELL'INCREMENTO:"
4100 M3$="     STEP = "
4110 GOSUB 8800
```

```
4115 :
4120 M1$="I VALORI INTRODOTTI":M2$=""
4130 M3$="SONO OK ? (S/N)":GOSUB 8400
4140 IF RI$="N" THEN 4000
4145 :
4150 RETURN
4155 :
4200 I=4
4205 :
4210 M1$="VISUALIZZ. TRAIETTORIA"
4220 M2$="LIMITI ORIZZONTALI"
4230 M3$="  X,MIN = "
4240 GOSUB 8800
4245 :
4260 M3$="  X,MAX = "
4270 GOSUB 8800
4275 :
4280 M2$="LIMITI VERTICALI"
4290 M3$="  Y,MIN = "
4300 GOSUB 8800
4305 :
4320 M3$="  Y,MAX = "
4330 GOSUB 8800
4335 :
4395 :
4400 M1$="I VALORI INTRODOTTI":M2$=""
4410 M3$="SONO OK ? (S/N)":GOSUB 8400
4420 IF RI$="N" THEN 4200
4430 RETURN
4435 :
5000 GOSUB 8000:END
5005 :
6000 CX=10:CY=T
6010 RETURN
6055 :
7995 REM*****************************************************
```

NOTE AL PROGRAMMA

Il menù del programma sui moti piani composti offre due opzioni permettendo prima l'introduzione delle equazioni orarie dei moti da comporre e, successivamente, la scelta ottimizzata dei limiti del piano cartesiano su cui tracciare la traiettoria.

Facciamo un esempio: siamo su di una scogliera a 19 metri di altezza e lanciamo un sasso con un angolo di 45° rispetto alla superficie del mare e con una velocità iniziale di 6 metri al secondo. Il sasso sarà soggetto ad un moto con traiettoria parabolica dovuto alla composizione di un moto rettilineo uniforme causato dall'inerzia e da un moto uniformemente accelerato provocato dalla forza di gravità. Nella seconda videata vediamo le equazioni orarie dei moti con i valori scelti nell'esempio. Dopo aver selezionato l'opzione "2 - traiettoria" possiamo esaminare i parametri del tempo e del campionamento dei punti, una cui possibile scelta viene mostrata nella terza videata.

Successivamente – quarta videata – possiamo fissare i valori limite delle ascisse e delle ordinate. La traiettoria sarà tracciata punto per punto con lo "step" richiesto e, volendo, possiamo interrompere il programma per variare i valori delle scale di riferimento – quinta e sesta videata –, con il tasto /C/.

Oltre il particolare moto parabolico dell'esempio il programma si presta per qualunque composizione di moti piani, anche per quelli la cui traiettoria offre caratteristiche di artistica eleganza.

STATICA

La seconda parte in cui è formalizzata la Meccanica è la Statica.

In questa parte la Fisica si apre alle forze. Si sta quasi con l'animo sospeso di fronte ad equilibri dovuti a forze di tutte le intensità, da quelle infinitesimali a quelle ciclopiche. Corpi rigidi più indeformabili di antiche balze di granito restano immobili sotto le azioni contrastanti e reciprocamente annullantisi.

Eppure, in questo luogo immutabile qualcosa incomincia a muoversi, preludio di quello che sarà la Dinamica. Alla fine della Statica compaiono le "macchine semplici", povere, facili cose con cui, però, l'umanità ha saputo costruire le piramidi e varcare gli oceani. Le leve, la ruota, il piano inclinato rappresentano altrettanti pioli della lunga scala che ha portato ai computer, quello con cui oggi possiamo ritornare ad analizzare l'antico.

Mentre il programma gira, dando risultati esatti con molte cifre decimali, ci sembrerà di ascoltare, compiendo un balzo di

alcuni millenni, lo stridio del grande trave con cui era necessario muovere il masso troppo pesante, il cigolio dei primi assali di una coppia di ruote in legno in marcia su quella che solo in futuro sarebbe divenuta una strada e il lento scricchiolio di un enorme carico che un grappolo di uomini sospingeva su di un piano inclinato per portarlo, poco alla volta, sempre più in alto.

LE MACCHINE SEMPLICI

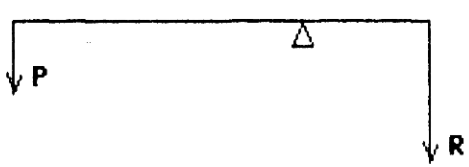
L'argomento scelto nella Statica è costituito dalle "macchine semplici".

Sono macchine semplici le leve di 1°, 2° e 3° genere, l'asse della ruota, il piano inclinato, il cuneo, la carrucola, la vite. Le macchine semplici affondano le loro radici nell'alba dei tempi, perfino un po' prima dell'epoca in cui i pre-ominidi non avevano ancora deciso di diventare "homo sapiens". C'erano, fin da

```
MACCHINE SEMPLICI

1 = LEVA DI I GENERE
2 = LEVA DI II GENERE
3 = LEVA DI III GENERE
4 = ASSE DELLA RUOTA
5 = PIANO INCLINATO
6 = ---FINE-------

*******
SCEGLI CHE COSA
VUOI FARE >
```

allora, pesanti problemi, come il dovere – mattina e sera – spostare il grosso masso che faceva da porta alla casa-caverna, come il sollevare il pesante gnu che il celebre cacciatore Sil era finalmente riuscito a catturare, e c'era da capire come impiegare quelle strane cose rotonde fabbricate dallo stregone Zag, visto che si potevano far rotolare senza sforzo. Le macchine semplici furono forse inventate per caso ma per la loro utilizzazione fattiva e concreta l'uomo dovette ben spremersi il poco cervello che a quell'epoca aveva a disposizione compiendo un salto astratto mica male per un pre-ominide. L'unica energia a disposizione in quei tempi era quella dei propri muscoli – non si era riusciti neanche ad addomesticare il cavallo o il bue – ed era estremamente complesso addizionare la forza di molti uomini con una corda a cui legare la pesante preda, anche perché la preistorica fune fatta di fibrille vegetali non tensilizzate probabilmente si rompeva in continuazione! Forse la leva fu vista per la prima volta in natura, forse il lento rotolare delle pietre a valle insegnò che per la stessa china era

LEVA DI I GENERE

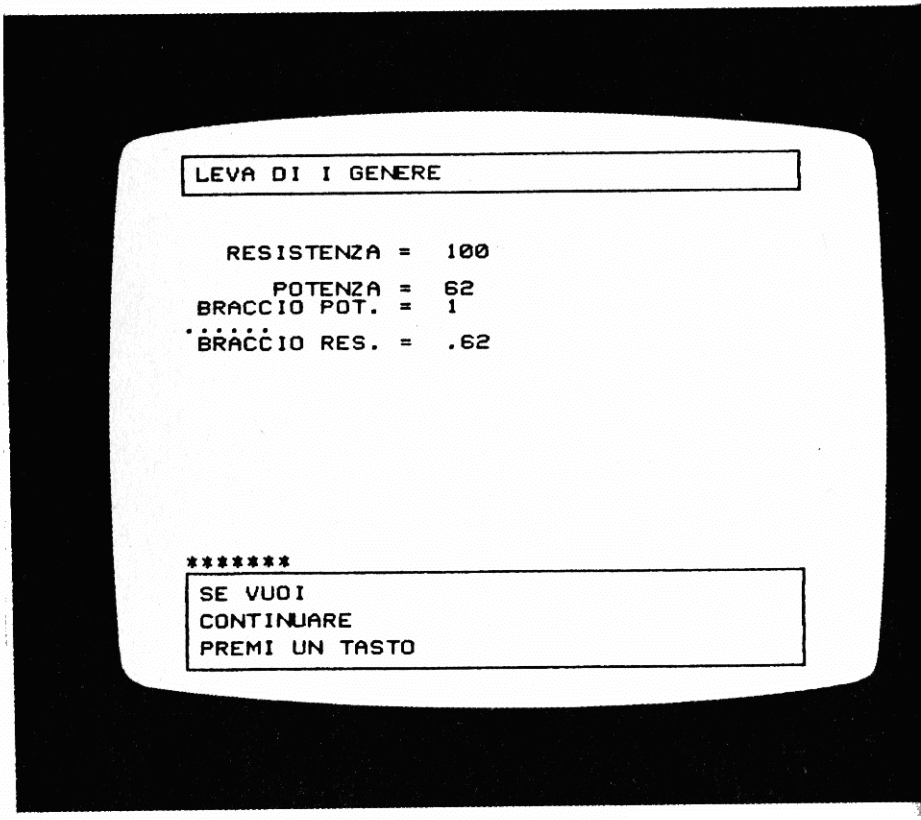


C = PAGINA NUMERICA

più facile farle risalire; certo è che la ruota, con il suo asse, qualcuno dové immaginarla, prendendo spunto dal rotondo tronco che fino ad allora si era utilizzato.

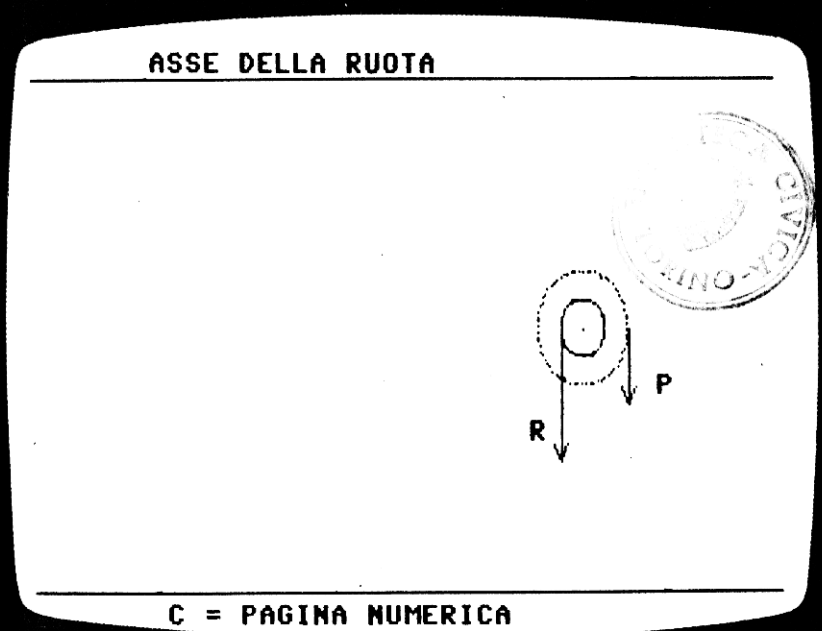
La Fisica delle macchine semplici è molto facile e gradevole, la matematica impiegata è ben conosciuta e le poche variabili che di volta in volta intervengono possono essere facilmente controllate e gestite. Il programma offre un menù iniziale di scelta sulle più comuni macchine semplici associando i relativi algoritmi.

La grafica essenziale sintetizza in modo astratto, mentale, le forze, i bracci, le resistenze, le potenze. Se vengono introdotti sufficienti valori noti si ha immediatamente il calcolo della variabile incognita. Il programma può essere utilizzato piacevolmente come prima approssimazione ad un pre-dimensionamento di tipo ingegneristico. Dobbiamo alzare la lavastoviglie di un quintale di peso, abbiamo quel solido asse della vecchia tenda del soggiorno lungo due metri, dove deve essere posto lo sgabello-fulcro sapendo che la nostra forza peso è di soli 62

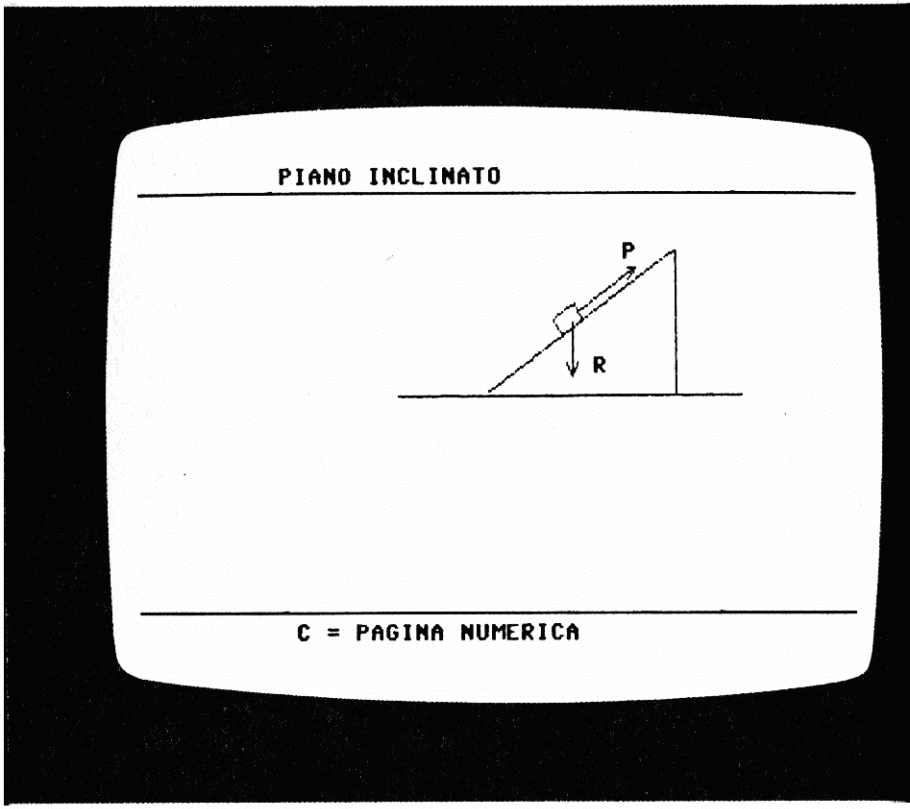


chilogrammi? Tutto semplice... Eppure c'è chi si ostina ad alzare la lavastoviglie con le mani nude, senza leva... Peggio per lui.

```
109 REM*****************************************************
110 PR$="MACCHINE SEMPLICI"
111 REM*****************************************************
119 :
120 GOSUB 8000
125 :
200 PN$(1)="LEVA DI I GENERE"
210 PN$(2)="LEVA DI II GENERE"
220 PN$(3)="LEVA DI III GENERE"
230 PN$(4)="ASSE DELLA RUOTA"
```



```
240 PN$(5)="PIANO INCLINATO"
250 PN$(6)="---FINE-------"
255 :
260 PN$(7)="  RESISTENZA = "
280 PN$(9)="     POTENZA = "
300 PN=6:GOSUB 9400:IF PS=6 THEN GOSUB 8000:END
305 :
310 PR$=PN$(PS):GOSUB 9800
315 :
320 RESTORE
324 IF PS>1 AND PS<6 THEN X$=CHR$(PS+63):GOSUB 4500
325 :
330 READ PN$(8),PN$(10),EM
340 FOR K=1 TO EM:GET A$:IF A$="C" THEN 410
```



```
345 :
350 READ GF:ON GFGOTO 370,380,384,388
360 READ XX,YY:GOSUB 9700:GOTO 390
370 READ X1,Y1:GOSUB 9600:GOTO 390
380 READ XC,YC,ZC:GOSUB 4000:GOTO 390
384 READ XH,YH,M3$:GOSUB 9500:GOTO 390
388 FOR I=0 TO 22:POKE 12104+I*8,255:NEXT :GOTO 390
389 :
390 NEXT K
400 GET A$:IF A$<>"C" THEN 400
410 GOSUB 9900
460 I=1:CC=0
500 M1$="INTRODUCI SOLO I VALORI"
510 M2$="NOTI:"
515 :
520 FOR J=1 TO 4
530 M3$=PN$(6+J):GOSUB 5000
540 IF RI$="N" THEN K=5
550 NEXT :IF RI$="N" THEN 460
555 :
600 ON CC GOTO 1000,1100,1200,1300
605 :
1000 VR(1)=VR(3)*VR(4)/VR(2):GOTO 2000
1100 VR(2)=VR(3)*VR(4)/VR(1):GOTO 2000
1200 VR(3)=VR(1)*VR(2)/VR(4):GOTO 2000
1300 VR(4)=VR(1)*VR(2)/VR(3):GOTO 2000
2000 PRINT "......"
2010 PRINT " ";PN$(6+CC);VR(CC)
2100 M2$="CONTINUARE":GOSUB 8200
2110 GOTO 110
2115 :
4000 FOR CI=1 TO 360 STEP 5:TT=CI*[PI]/180
4010 XX=ZC*COS(TT)+XC
4020 YY=ZC*SIN(TT)+YC
4030 GOSUB 9700:NEXT :RETURN
4035 :
4500 RESTORE
4510 READ A$:IF A$=X$ THEN RETURN
4520 GOTO 4510
```

```
4525 :
5000 GOSUB 8800
5010 IF RI$="S" THEN RETURN
5020 IF CC<>0 THEN RETURN
5030 CC=I-1:RI$="S":RETURN
5055 :
5065 REM*****************************************************
5095 :
6000 DATA "BRACCIO RES. = ","BRACCIO POT. = ",17,4
6010 DATA 0,72,96,1,0,24,0,69,114,1,3,6,1,3,-6
6020 DATA 0,200,96,1,-4,8,1,8,0,1,-4,-8
6030 DATA 0,256,96,1,0,48,0,253,138,1,3,6,1,3,-6
6040 DATA 3,10,14,P,3,33,17,R,A
6095 :
6100 DATA "BRACCIO RES. = ","BRACCIO POT. = ",17,4
6110 DATA 0,72,96,1,-4,8,1,8,0,1,-4,-8
6120 DATA 0,160,96,1,0,32,0,157,122,1,3,6,1,3,-6
6130 DATA 0,256,96,1,0,-16,0,253,86,1,3,-6,1,3,6
6140 DATA 3,21,15,R,3,33,10,P,B
6199 :
6200 DATA "BRACCIO RES. = ","BRACCIO POT. = ",17,4
6210 DATA 0,72,96,1,-4,8,1,8,0,1,-4,-8
6220 DATA 0,160,96,1,0,32,0,157,122,1,3,6,1,3,-6
6230 DATA 0,256,96,1,0,-16,0,253,86,1,3,-6,1,3,6
6240 DATA 3,21,15,P,3,33,10,R,C
6245 :
6300 DATA " RAGGIO RES. = "," RAGGIO POT. = ",15
6310 DATA 2,200,96,10,2,200,96,20,0,200,96,0,190,96
6320 DATA 1,0,45,1,3,-6,0,190,142,1,-3,-6,0,220,96
6330 DATA 1,0,25,1,3,-6,0,220,122,1,-3,-6
6340 DATA 3,22,16,R,3,29,14,P,D
6345 :
6400 DATA "   ! ALTEZZA = ","   LUNGHEZZA = ",21,4
6410 DATA 0,220,96,1,0,-60,1,-100,60
6420 DATA 0,160,71,1,10,-6,1,-4,-6,1,-10,6,1,4,6
6430 DATA 0,165,65,1,0,22,1,3,-6,0,165,88
6440 DATA 1,-3,-6,0,168,61,1,30,-18,1,-4,0
6450 DATA 0,198,44,1,-2,3
6460 DATA 3,24,4,P,3,22,10,R
```

```
7095 :
7099 REM*****************************************************
```

NOTE AL PROGRAMMA

Le opzioni proposte dal menù iniziale permettono di scegliere una delle cinque più comuni ed utilizzate "macchine semplici".

Vogliamo esaminare il comportamento di una leva di primo genere con il seguente esempio: quanto deve essere lungo il braccio della resistenza se dobbiamo equilibrare un peso di 100 chilogrammi con una "potenza" di 62 chilogrammi avendo un braccio utilizzabile della potenza di un metro? La seconda e la terza videata ci mostrano i valori impostati e, naturalmente, con l'immediatezza propria del computer, il risultato cercato. La quarta videata permette di valutare la potenza da applicare alla circonferenza della ruota in funzione della resistenza posta sull'asse e del rapporto tra i due raggi. Si tratta del classico esempio dell'uso di un argano di sollevamento; 150 chili possono essere sollevati con una potenza di soli 30 chilogrammi se il rapporto tra i raggi dell'asse e della "ruota" esterna è di 1:5.

Nell'ultima videata di questo programma viene proposta l'ultima macchina semplice della serie: il piano inclinato. Anche per quest'ultima "macchina" valgono le norme di introdurre tutti i valori necessari e sufficienti meno uno per avere subito il calcolo del parametro incognito.

Sappiamo che esistono anche altre macchine semplici come la vite, il cuneo, la carrucola; perchè non proviamo, dopo aver analizzato il funzionamento del programma a rendere fruibili sul computer anche quest'altre "macchine"?

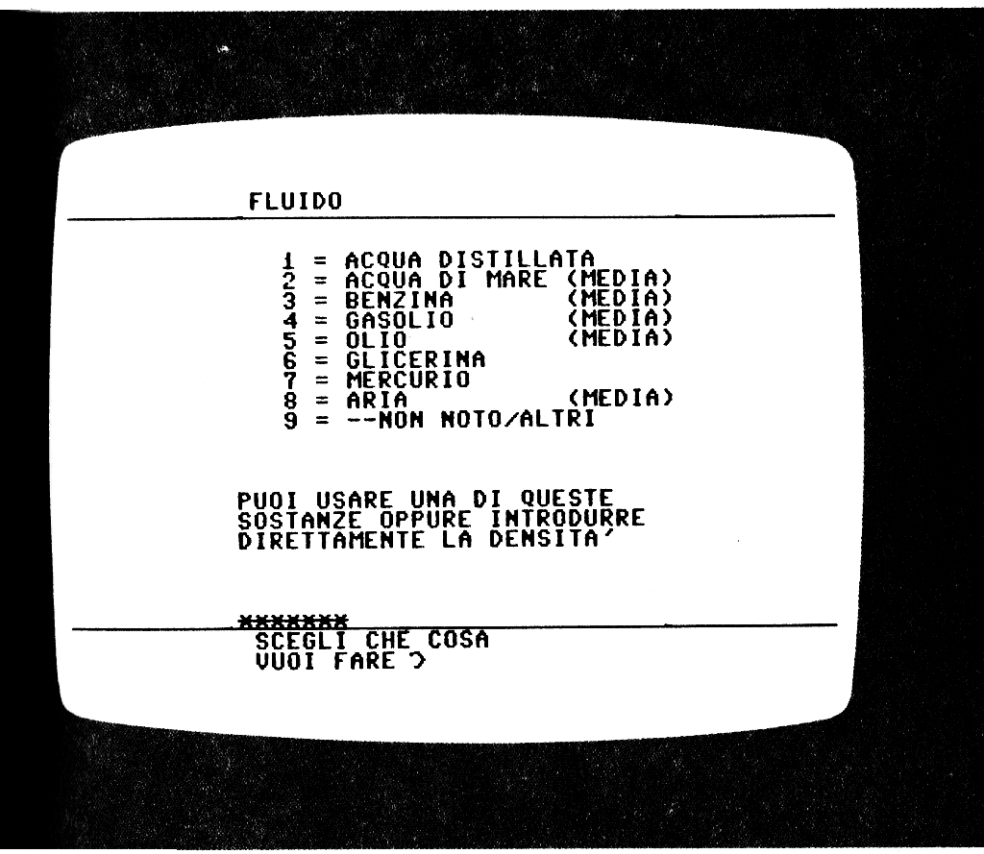
FLUIDICA

Gli stati della materia sono tre: solido, liquido e gassoso. Questa distinzione è ben nota a tutti anche se negli ultimi tempi si è dovuto aggiungere un altro stato, quello di "plasma", in cui la materia con i suoi atomi spogliati delle loro coorti elettroniche si trova all'interno delle incandescenti fornaci del Sole, delle stelle ed anche di qualche laboratorio sulla Terra che "gioca" con la Fisica delle alte energie.

Restiamo, però, nel tradizionale: da un lato i solidi e dall'altro i fluidi, siano essi liquidi o gas. Bene: la Meccanica ci ha detto tutto dei solidi, della loro massa, di come le forze agiscono facendoli muovere, accelerare, vibrare. Lo stato solido è una cosa concreta, tangibile, che si può toccare con mano, com-

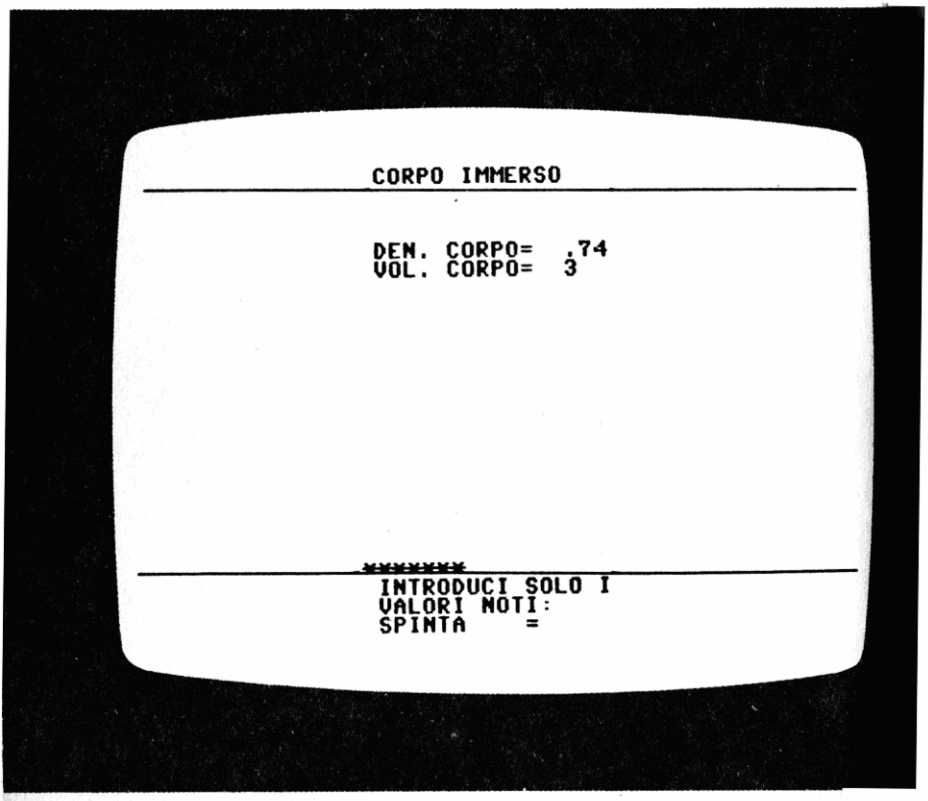
prensibile. Quando si passa alla Fluidica le cose diventano più sfuggenti. Con le nostre mani riunite a coppa possiamo catturare un po' d'acqua, ma l'elemento liquido troverà subito il modo di scorrer via, con l'estrema mobilità di chi ha un volume ma non una forma propria. Non parliamo poi dei gas; forse l'unica occasione per molti di noi di impossessarcene è stata nel chiuderli all'interno dei variopinti palloncini di gomma con cui giocavamo da bambini. Questi benedetti gas non hanno infatti una forma propria e l'unico modo di tenerli "fermi" consiste nel chiuderli in un recipiente ermetico.

Verrebbe quasi la voglia di lasciar perdere, di ritornare ai solidi, alla loro concretezza. Però... si può mai trascurare l'immensità degli oceani che coprono la maggior parte della superficie del nostro pianeta e si può mai trascurare il fatto che c'è gas e gas e che senza il giusto quantitativo di ossigeno possiamo al massimo sopravvivere per un paio di minuti? I fluidi sono importanti e giustamente la Fisica si è interessata a loro da molto tempo. Nel campo dei fluidi non conviene parlare



solo di forza ma di una nuova grandezza, la pressione, che sappia tenere conto della forza e della superficie insieme. Con il possesso di questa nuova conoscenza si può affrontare lo sfuggente mondo dei fluidi anche se, ancora oggi, resta una gran confusione tra le sue troppe unità di misura: Atmosfere, Bar, Chilogrammi al centimetro quadro, Pascal, P.S.I. e chi più ne ha più ne metta, creando una spiacevole confusione. Forse è proprio per questo che quando si controlla la pressione di una gomma di un'auto si dice solo il valore, 1,5, 1,8, dimenticandosi pudicamente di dire l'unità di misura.

La Fluidica merita di essere approfondita in quanto non ha molte leggi e quelle esistenti non sono neanche particolarmente difficili; sta di fatto, però, che princìpi come quello di Pascal e di Archimede, leggi come quella di Stevino, le ritroviamo ad ogni piè sospinto nel corso della nostra vita.



IL PRINCIPIO DI ARCHIMEDE

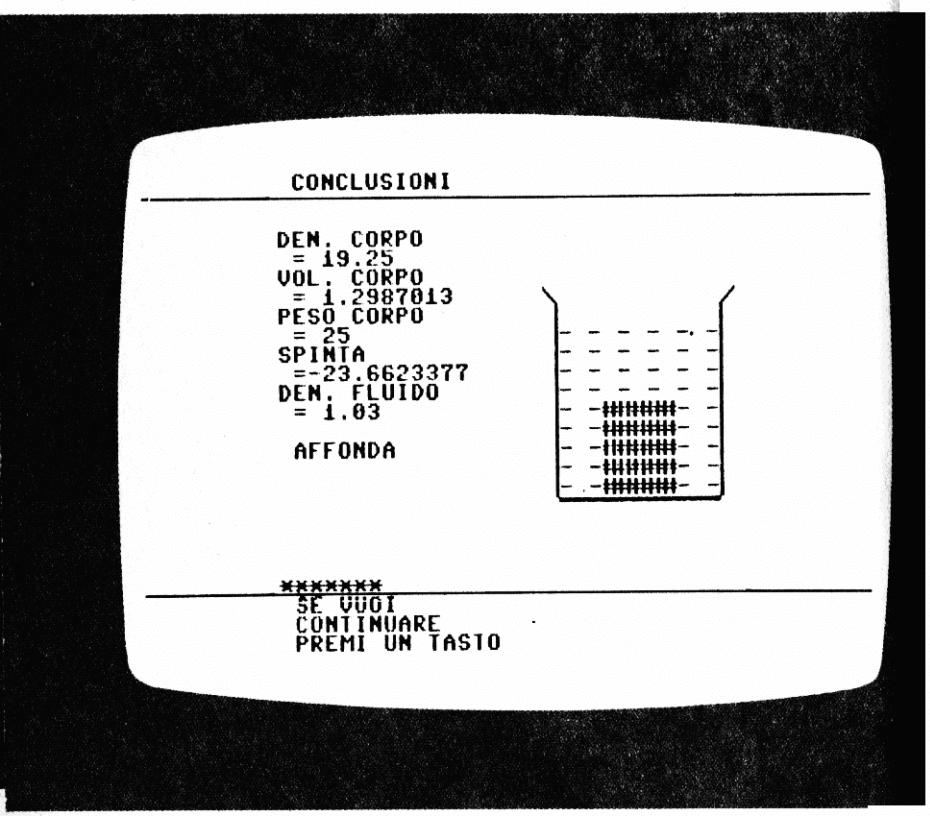
Nella Fluidica l'argomento scelto è il più classico e forse il più conosciuto. Si narra che Archimede trovasse il principio che reca il suo nome immerso nella sua vasca da bagno. Respirando si era reso conto che a polmoni pieni era quasi espulso dall'acqua, con una forte tendenza a galleggiare mentre, viceversa, a polmoni vuoti "cadeva" all'interno del liquido che, dato il prestigio di cui lo scienziato già all'epoca godeva forse era un'acqua con aggiunta di sali e di oli balsamici.

Ci auguriamo che le sue ancelle non si siano spaventate troppo nel vederlo schizzar via dalla vasca – la storia ci tramanda così – gridando "eureka", ho trovato. Sta di fatto che Archimede aveva veramente trovato qualcosa di importante nella sua vasca: la possibilità, utilizzando conoscenza e ragione, di scoprire quella che alla sua epoca era una delle più conclamate truffe: mischiare l'argento all'oro e vendere poi tutto come oro zecchino. Una statuetta forse del dio Mercurio,

```
CORPO IMMERSO

1 = GHIACCIO        (MEDIA)
2 = SUGHERO
3 = LEGNO-ABETE     (MEDIA)
4 = LEGNO-TEAK      (MEDIA)
5 = ORO
6 = PLATINO
7 = ELIO
8 = IDROGENO
9 = --NON NOTO/ALTRI--

PUOI USARE UNA DI QUESTE
SOSTANZE OPPURE INTRODURRE
DIRETTAMENTE LA DENSITA'

********
SCEGLI CHE COSA
VUOI FARE >
```

noto dio dei ladri, commissionata dal potente dell'epoca a dei commercianti di cui non era particolarmente nota la specchiata virtù poteva, prima di Archimede, essere fusa in oro e in argento senza che vi fosse alcuna possibilità di sapere quanta parte dei due metalli era stata impiegata. Già da allora si sapeva che l'oro, metallo nobile per eccellenza, aveva una densità e di conseguenza un peso specifico molto alto mentre l'argento, anche esso nobile ma un po' meno, aveva una densità ed un peso specifico inferiori. Quando Archimede immergeva un corpo – il suo! – in un liquido notava che la spinta ricevuta dal basso verso l'alto variava in funzione del liquido spostato: era alta per il corpo con i polmoni pieni e quindi con volume maggiore ed era bassa con i polmoni "sgonfi" e perciò con un volume complessivo del corpo inferiore. L'intuizione che fosse proprio il volume del liquido spostato a procurare la spinta di galleggiamento più o meno grande valse ad Archimede il posto nella storia che giustamente gli compete.

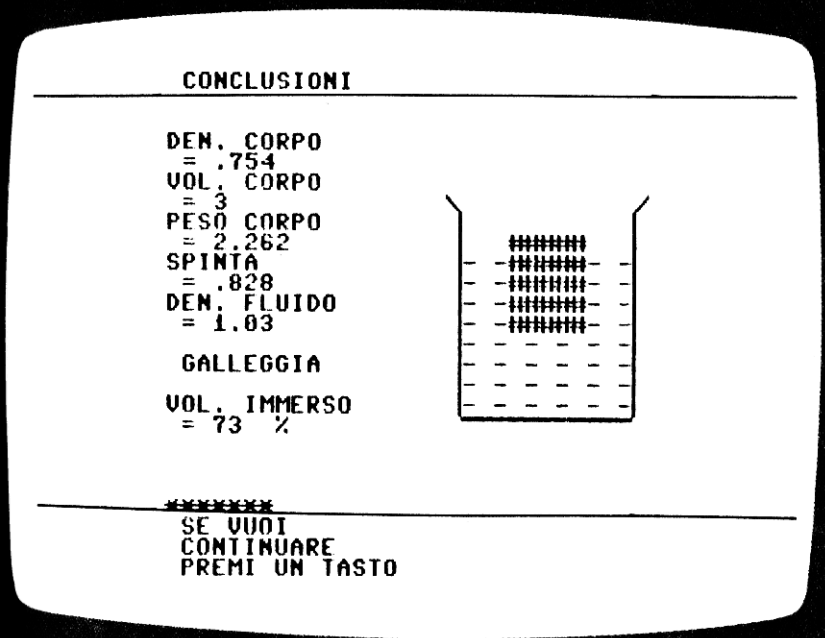
Si possono immergere in un liquido corpi di volume uguale



ma di densità diverse. Supponiamo ad esempio di fabbricarci un cubo di legno di abete ed un altro di pari volume di piombo. L'esperienza ci insegna che il cubo di legno galleggerà mentre quello di piombo andrà rapidamente a fondo. Il programma ci proietta molto elegantemente in un laboratorio, con i suoi becker – il bicchiere con gli orli svasati ed il beccuccio per versare – con a disposizione i nostri campioni di sostanze di una certa densità.

Con il programma possiamo scegliere il fluido che più ci piace e metterci la sostanza che più ci aggrada in modo da poter tranquillamente osservare che cosa succede.

Il corpo affonderà oppure rimarrà a galla e noi potremo perfino sapere quale percentuale del suo volume rimarrà emersa. Siamo o non siamo un paio di millenni di conoscenze dopo il grande Archimede?



```
109 REM*****************************************************
110 PR$="LEGGE DI ARCHIMEDE"
115 REM*****************************************************
119 :
120 GOSUB 7000
125 :
200 PRINT " UN CORPO IMMERSO IN UN FLUIDO"
210 PRINT :PRINT "   RICEVE UNA"
220 PRINT :PRINT " SPINTA VERSO"
230 PRINT :PRINT "  L'ALTO PARI"
240 PRINT :PRINT "  AL PESO DEL"
250 PRINT :PRINT "       FLUIDO"
260 PRINT :PRINT "    SPOSTATO."
265 :
290 AT=0:GOSUB 6000
300 M2$="CONTINUARE":GOSUB 8200
305 :
1100 V1=0:V2=0
2000 PR$="CORPO IMMERSO":GOSUB 6300
2005 :
2010 PN$(1)="GHIACCIO      (MEDIA)":D(1)=.9
2020 PN$(2)="SUGHERO":D(2)=.24
2030 PN$(3)="LEGNO-ABETE   (MEDIA)":D(3)=.48
2040 PN$(4)="LEGNO-TEAK    (MEDIA)":D(4)=.63
2050 PN$(5)="ORO":D(5)=19.25
2060 PN$(6)="PLATINO":D(6)=21.4
2070 PN$(7)="ELIO":D(7)=.0001786
2080 PN$(8)="IDROGENO":D(8)=.00008987
2090 PN$(9)="--NON NOTO/ALTRI--"
2095 :
2100 PN=9:GOSUB 9400
2110 VR(1)=D(PS):GOSUB 8000
2120 M1$="INTRODUCI SOLO I"
2130 M2$="VALORI NOTI:"
2140 IF PS<>9 THEN 2200
2150 M3$="DEN. CORPO= ":I=1
2160 GOSUB 6500
2165 :
2200 I=2
```

```
2210 M3$="VOL. CORPO= ":GOSUB 6500
2220 M3$="PESO CORPO= ":GOSUB 6500
2230 M3$="SPINTA    = ":GOSUB 6500
2235 :
2300 PR$="FLUIDO":GOSUB 6300
2305 :
2310 PN$(1)="ACQUA DISTILLATA":D(1)=1
2320 PN$(2)="ACQUA DI MARE (MEDIA)":D(2)=1.03
2330 PN$(3)="BENZINA       (MEDIA)":D(3)=.72
2340 PN$(4)="GASOLIO       (MEDIA)":D(4)=.76
2350 PN$(5)="OLIO          (MEDIA)":D(5)=.9
2360 PN$(6)="GLICERINA":D(6)=1.296
2370 PN$(7)="MERCURIO":D(7)=13.595
2380 PN$(8)="ARIA          (MEDIA)":D(8)=.0012928
2390 PN$(9)="--NON NOTO/ALTRI"
2395 :
2400 PN=9:GOSUB 9400
2410 IF PS=9 THEN 2450
2420 VR(5)=D(PS):GOTO 2550
2430 M3$="FLUIDO= ":I=5:GOSUB 6400
2455 :
2500 IF V1<>4 OR V2<>5 THEN 2550
2510 RC=17:GOSUB 8100:PRINT "  FLUIDO NON SPECIFICATO"
2520 GOTO 300
2525 :
2550 IF V1=1 AND V2=2 THEN 3600
2560 IF V1=1 AND V2=3 THEN 3700
2570 IF V1=2 AND V2=3 THEN 3800
2580 ON V1 GOTO 3100,3200,3300,3400,3500
2585 :
3100 VR(1)=VR(3)/VR(2)
3200 VR(2)=VR(3)/VR(1)
3300 VR(3)=VR(2)*VR(1)
3305 :
3310 IF V2=0 THEN 4000
3320 ON V2 GOTO 3100,3200,3300,3400,3500
3400 VR(4)=VR(2)*VR(5)-VR(3)
3500 VR(5)=(VR(4)+VR(3))/VR(2)
3510 GOTO 4000
```

```
3595 :
3600 VR(2)=(VR(4)+VR(3))/VR(5)
3610 GOTO 3810
3615 :
3700 VR(3)=VR(2)*VR(5)-VR(4)
3710 GOTO 3810
3715 :
3800 VR(3)=(VR(4)*VR(1))/(VR(5)-VR(1))
3810 V2=0:GOTO 3200
3905 :
4000 VR(6)=INT(VR(1)*100/VR(5))
4005 :
4100 PR$="CONCLUSIONI":AT=1
4110 IF VR(4)<0 THEN AT=-1
4120 IF VR(4)=0 THEN AT=0
4125 :
4130 GOSUB 8000:GOSUB 6000:RC=3:GOSUB 8100
4135 :
4200 PRINT "DEN. CORPO":PRINT " =";VR(1)
4210 PRINT "VOL. CORPO":PRINT " =";VR(2)
4220 PRINT "PESO CORPO":PRINT " =":VR(3)
4240 PRINT "SPINTA":PRINT " =":VR(4)
4250 PRINT "DEN. FLUIDO":PRINT " =";VR(5)
4255 :
4300 IF AT=0 THEN 4400
4310 IF AT>0 THEN 4500
4315 :
4320 PRINT :PRINT " AFFONDA":GOTO 300
4400 PRINT :PRINT " EQUILIBRIO":GOTO 300
4500 PRINT :PRINT " GALLEGGIA":PRINT
4510 PRINT "VOL. IMMERSO":PRINT " =";VR(6);" %"
4600 M2$="CONTINUARE":GOSUB 8200
4610 GOTO 110
4655 :
6000 GOSUB 6010:GOSUB 6100:RETURN
6005 :
6010 POKE 53284,3:L$="":C$=""
6020 FOR I=1 TO 5:L$=L$+CHR$(237)+CHR$(160)
6024 C$=C$+CHR$(163)
```

```
6030 NEXT :L$=L$+CHR$(237)
6040 RC=6:GOSUB 8100:POKE 646,0
6044 PRINT  TAB(18);"[            £"
6050 FOR I=1 TO 10:PRINT  TAB(18);"]            ↑":NEXT
6054 PRINT  TAB(19);"←←←←←←←←←←←"
6060 POKE 646,1:RC=9+(AT<=0):GOSUB 8100
6065 :
6070 FOR I=1 TO 8-(AT<=0):PRINT  TAB(19);L$:NEXT
6080 RETURN
6085 :
6100 POKE 646,0:RC=7-2*AT+3:GOSUB 8100
6110 FOR I=1 TO 5:PRINT  TAB(22);"[CTRL]+[RVS ON]";C$:NEXT
6120 RETURN
6255 :
6300 GOSUB 8000
6310 RC=15:GOSUB 8100:PRINT "PUOI USARE UNA DI QUESTE"
6320 PRINT "SOSTANZE OPPURE INTRODURRE"
6330 PRINT "DIRETTAMENTE LA DENSITA'"
6340 RETURN
6395 :
6400 M1$="INTRODUCI, SE NOTO, IL"
6410 M2$="VALORE DELLA DENSITA'"
6455 :
6500 GOSUB 8800:IF RI$="S" THEN RETURN
6510 IF V1=0 THEN V1=I-1:RETURN
6520 V2=I-1:RETURN
6555 :
7000 POKE 52,48:POKE 56,48
7010 POKE 56334,PEEK(56334) AND 254
7020 POKE 1,PEEK(1) AND 251
7030 FOR I=0 TO 511:POKE I+12288,PEEK(I+53248)
7040 NEXT :POKE 1,PEEK(1) OR 4
7050 POKE 56334,PEEK(56334) OR 1
7060 POKE 53272,(PEEK(53272) AND 240)+12
7075 :
7100 RESTORE :FOR I=0 TO 39:READ A
7110 POKE 12504+I,A:NEXT :GOTO 8000
7189 :
7195 REM*****************************************************
```

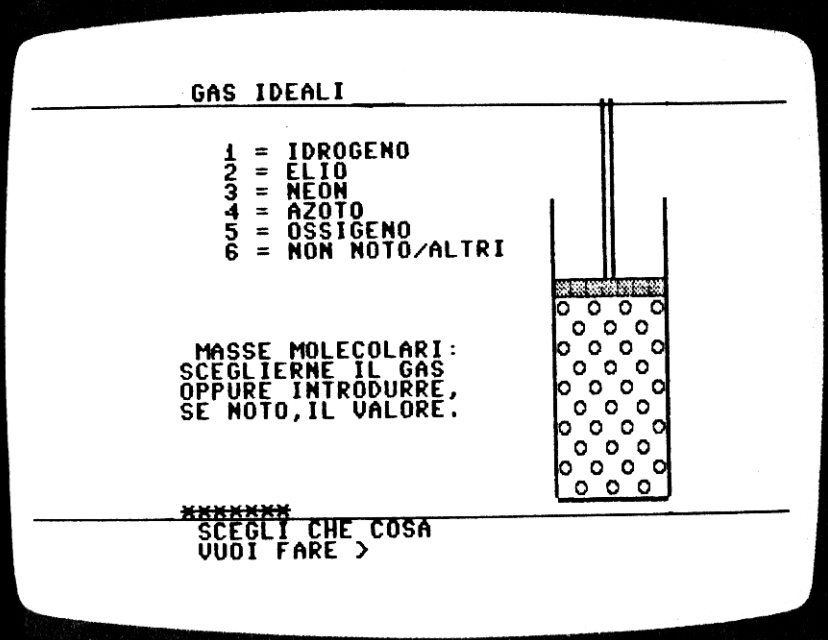
```
7199 :
7200 DATA 128,192,96,48,24,12,6,3,1,3,6,12,24,48,96,192
7210 DATA 3,3,3,3,3,3,3,3,192,192,192,192,192,192,192,192
7220 DATA 255,255,0,0,0,0,0,0
7235 :
7995 REM*****************************************************
```

NOTE AL PROGRAMMA

Il menù iniziale di questo programma, oltre a ricordarci il principio di Archimede, ci offre una visualizzazione delle classiche condizioni di un laboratorio sperimentale. Nel becker riempitò di liquido è immerso un corpo di colore e di aspetto contrastanti. Premiamo un tasto. La seconda videata ci permette di scegliere il liquido che desideriamo sia messo nel bicchiere. Naturalmente, poiché ai fini del principio di Archimede è importante la densità del fluido, possiamo, in luogo di selezionare uno dei fluidi proposti dal programma, immettere direttamente – con 9 – la densità nota di un particolare fluido di nostro interesse. Possiamo, volendo, usare anche "liquidi" estremamente densi il cui maneggio sarebbe veramente scomodo e "lento" nelle condizioni reali di sperimentazione.

Con la quarta videata possiamo scegliere il materiale del corpo da immergere. Anche in questo caso possiamo volere una delle sostanze selezionate dal computer oppure introdurre direttamente la densità del materiale che vogliamo sia immerso. Le ultime videate di questo programma mostrano le condizioni finali dell'esperimento facendoci vedere, con qualche preziosismo grafico, se il corpo è "affondato" oppure se galleggia. Il programma calcola perfino la parte del solido che eventualmente affiora sulla superficie del liquido.

TERMOLOGIA



Una volta studiato e compreso come i corpi solidi e i fluidi si muovono ed interagiscono tra di loro viene giustamente la voglia di andare avanti. Agli studenti più attenti non è sfuggito il fatto che finora siamo stati nel confine delimitato dalle tre grandezze fondamentali di Spazio, Tempo e Massa.

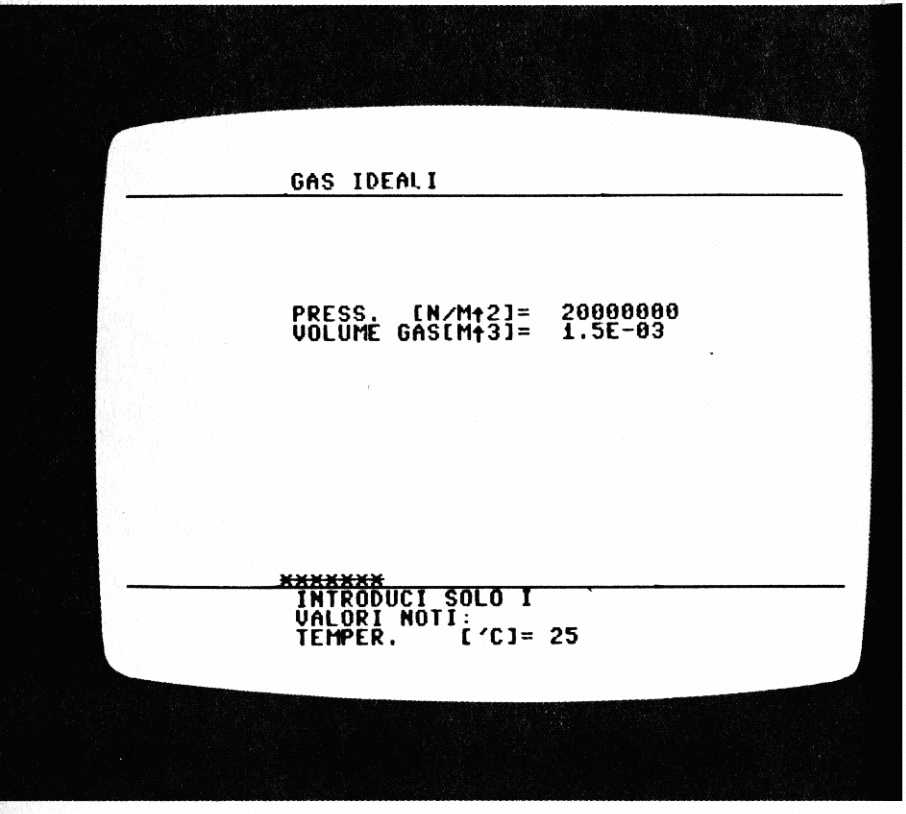
Affrontando la Termologia sembra di uscire da questo recinto per andare a conoscere il "calore". Questo concetto era sembrato ovvio anche agli scienziati che si occupavano della Fisica fino ad un paio di secoli fa. Il calore, chiamato a quell'epoca con l'arcano nome di "flogisto", sembrava essere una specie di fluido immateriale che passava da un corpo caldo ad uno più freddo. Fior di cervelli avevano accumulato teorie

su teorie cercando di far quadrare tutto ciò che l'umanità sapeva sulla produzione e sulla trasmissione del calore, nonché sulle notevoli ed evidenti conseguenze pratiche quali le combustioni, le dilatazioni, le fusioni, ecc. ecc.

Il grosso guaio era dovuto al fatto che l'umanità sapeva già parecchio sul calore – in fin dei conti lo aveva utilizzato da molti millenni per cucinare i suoi cibi – ed era quindi difficile strutturare una teoria che desse ragione di tutto.

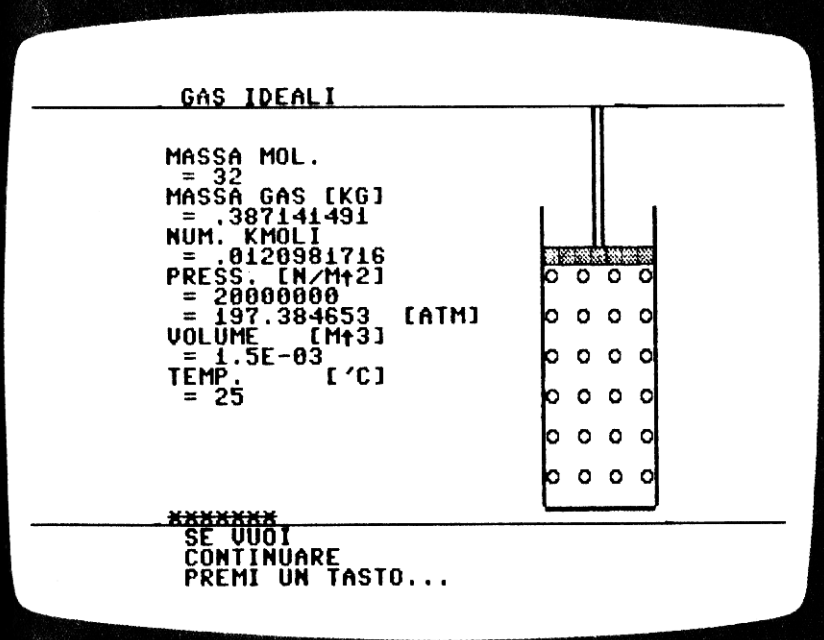
Si finì poi, nientedimeno, per andare a ripescare l'antica teoria "atomica" dello scienziato greco Democrito, vissuto molti secoli prima, quasi un paio di millenni! Improvvisamente tutto fu chiaro: erano questi piccoli "mattoni", atomi o molecole che fossero, che con il loro moto incessante davano spiegazione di tutta la varia e complessa fenomenologia connessa con il calore.

Per alcuni ci fu un po' di delusione: anche il calore era dentro ai confini delle tre grandezze fondamentali già analizzate dalla Meccanica. È interessante, però, notare come la "fumo-



sa" teoria del flogisto scaturita da medioevali laboratori di alchemici finisse per far nascere in molti l'idea che in qualche maniera non si doveva stare sempre e soltanto a discutere di materia, ma anche di quel qualcosa che permeava la materia facendola muovere, trasformarsi, bruciare: l'energia.

Oggi sappiamo, dopo Einstein, con la sua celebre $E = mc^2$, che materia ed energia sono due facce della stessa realtà, che l'una può trasformarsi nell'altra e viceversa. Il calore visto come energia, separato e distinto dalla materia su cui operava è stato, perciò, foriero di importantissimi risultati nella storia della Fisica. A questo concetto si sono riscaldate le menti di alcune generazioni di scienziati, così come al mezzo più facile per produrlo, la fiamma, si erano già riscaldate le membra dei nostri antichi progenitori in attesa e in dubbio se uscire dalla "sicura" caverna in cui avevano trovato dimora.

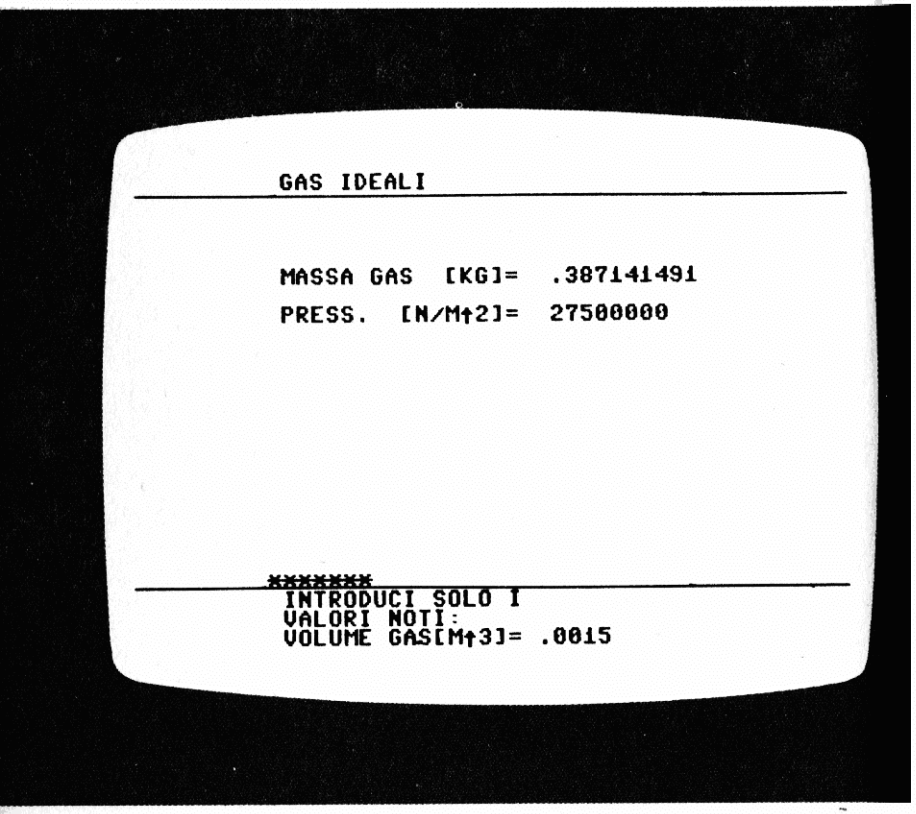


L'EQUAZIONE DI STATO DEI GAS

L'argomento prescelto per il programma di Termologia – e non poteva essere diversamente – è l'equazione di stato dei gas.

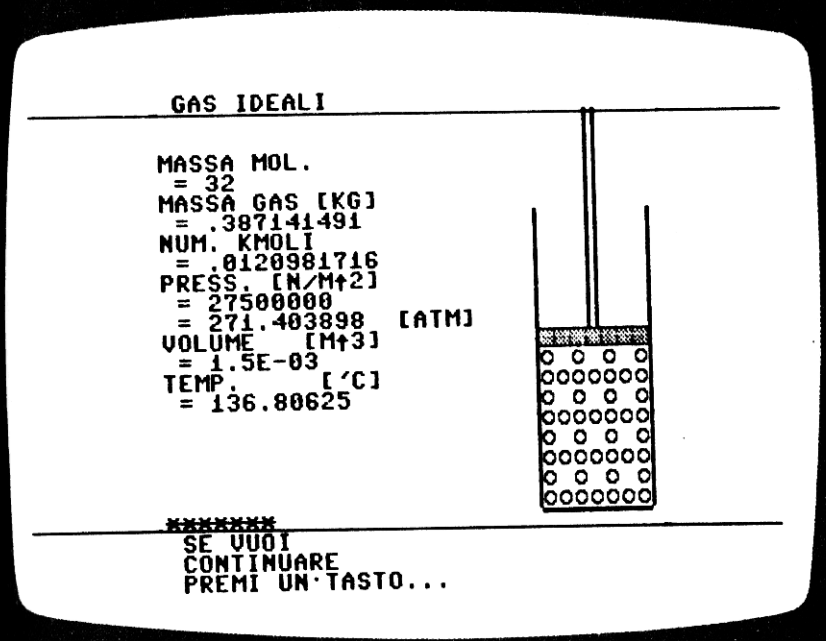
Il momento in cui si arriva al comportamento dei gas, infatti, è molto bello ed importante durante il curriculum scolastico del corso di Fisica.

Fino a poche pagine prima avevamo analizzato ogni singolo fenomeno secondo l'ottica dello schiavo-padrone: c'era sempre stata una variabile dominatrice, indipendente, libera di assumere qualunque valore ed una variabile schiava che assumeva comportamenti e caratteristiche solo in funzione di ciò che il ghiribizzo della variabile indipendente comandava. Nel caso dei gas, forse per rispettare la loro capacità di espandersi liberi da vincoli, di variabili ce ne sono tre: volume, temperatura e pressione, e non si capisce più chi comanda e chi ubbidisce.



In alcune leggi sui gas c'è il tentativo, un po' disperato in verità, di ricondurre tutto a consuetudini note. Con la legge di Boyle-Mariotte si acchiappa la temperatura e la si tiene costante in modo da vedere come si comportino vicendevolmente pressione e volume. Nelle due leggi di Gay-Lussac si blocca o la pressione o il volume per osservare ed analizzare il comportamento delle variabili rimaste libere. Sta di fatto che per evitare di giocare a rimpiattino con le variabili ci vuole una bella legge che le studi tutte e tre insieme, anzi che, oltre alle variabili, vada anche a considerare la "materia" di cui è fatto il singolo gas preso in esame.

Il programma, naturalmente offre tutte le possibilità dando un esempio dl quelli che incominciano ad essere noti come "programmi intelligenti", ossia di quei programmi che agiscono interattivamente con l'uomo chiedendogli dei dati ma stando pronti a variare e ad utilizzare il corretto algoritmo interno in funzione di quanto si è comunicato e di quanto si vuole. Nel programma c'è anche un piccolo preziosismo grafico che non



mancherà di essere apprezzato da chi ha capito quanto le proprietà dei gas dipendano dalla "libertà" delle sue molecole e che non si diverte più ad osservare la staticità dei disegni di un libro di Fisica. Osserviamo il contenuto dello stantuffo al variare della posizione del pistone... Interessante, no?

```
 109 REM*****************************************************
 110 PR$="GAS IDEALI"
 115 REM*****************************************************
 119 :
 120 GOSUB 7500
 125 :
 130 RG=8317
 200 M1$="SE VUOI":M2$="CONTINUARE"
 210 M3$="PREMI UN TASTO...":GOSUB 8600
 305 :
1000 GOSUB 7000
1100 L1=0:L2=0:L3=0
1500 RC=13:GOSUB 8100:PRINT " MASSE MOLECOLARI:"
1510 PRINT "SCEGLIERNE IL GAS"
1520 PRINT "OPPURE INTRODURRE,"
1530 PRINT "SE NOTO,IL VALORE."
2005 :
2010 PN$(1)="IDROGENO":D(1)=2
2020 PN$(2)="ELIO":D(2)=4
2030 PN$(3)="NEON":D(3)=20
2040 PN$(4)="AZOTO":D(4)=28
2050 PN$(5)="OSSIGENO":D(5)=32
2090 PN$(6)="NON NOTO/ALTRI"
2095 :
2100 PN=6:GOSUB 9400
2110 VR(1)=D(PS):GOSUB 8000
2120 M1$="INTRODUCI SOLO I"
2130 M2$="VALORI NOTI:"
2140 IF PS<6 THEN 2200
2145 :
2150 M3$="MASSA MOLECOLARE= "
2160 I=1:GOSUB 6500
2165 :
```

```
2200 I=2
2210 M3$="MASSA GAS  [KG]= ":GOSUB 6500
2220 M3$="NUMERO DI KMOLE= ":GOSUB 6500
2230 M3$="PRESS.  [N/M↑2]= ":GOSUB 6500
2240 M3$="VOLUME GAS[M↑3]= ":GOSUB 6500
2250 M3$="TEMPER.    [°C]= ":GOSUB 6500
2255 :
2260 IF RI$="N" THEN 2300
2270 VR(6)=VR(6)+273.15
2275 :
2300 IF L3=0 THEN 2400
2310 IF L1*L2=2 THEN 2350
2320 IF L2<4 THEN 2600
2330 L3=L1
2340 L1=L3:L2=0
2400 IF L2<>0 THEN 2500
2410 J=L1:L1=0
2420 ZP=GOTO 7200
2455 :
2500 IF L1>3 THEN 2600
2510 IF L2=3 THEN 3700
2520 IF L1*L2=2 THEN 2600
2525 :
2530 IF L1=3 THEN 3300
2540 ZP=L2:GOTO 7200
2600 GOSUB 8000:GOSUB 6000
2610 RC=16:GOSUB 8100:PRINT "DATI INCOMPATIBILI"
2615 :
2620 GOTO 4010
2625 :
3000 GOTO 4000
3100 VR(1)=VR(2)/VR(3)
3110 L1=0:ZP=L2:GOTO 7200
3115 :
3200 VR(2)=VR(3)*VR(1)
3210 GOTO 3110
3215 :
3300 VR(3)=VR(2)/VR(1)
3305 :
```

```
3310 GOTO 3110
3315 :
3400 VR(4)=VR(3)*RG*VR(6)/VR(5)
3410 L2=0:ZP=L1:GOTO 7200
3415 :
3500 VR(5)=VR(3)*RG*VR(6)/VR(4)
3510 GOTO 3410
3595 :
3600 VR(6)=VR(4)*VR(5)/(RG*VR(3))
3610 GOTO 3410
3615 :
3700 VR(3)=VR(4)*VR(5)/(RG*VR(6))
3710 GOTO 3410
3905 :
4000 GOSUB 8000:GOSUB 6000
4005 :
4010 RC=3:GOSUB 8100:PRINT "MASSA MOL.":PRINT " =";
4020 IF VR(1)=0 THEN PRINT " ?":GOTO 4040
4025 :
4030 PRINT VR(1)
4040 PRINT "MASSA GAS [KG]":PRINT " =";
4050 IF VR(2)=0 THEN PRINT " ?":GOTO 4070
4055 :
4060 PRINT VR(2)
4070 PRINT "NUM. KMOLI":PRINT " =";
4080 IF VR(3)=0 THEN PRINT " ?":GOTO 4100
4085 :
4090 PRINT VR(3)
4100 PRINT "PRESS. [N/M↑2]":PRINT " =";
4110 :
4120 PRINT VR(4):PRINT " =";VR(4)/101325;" [ATM]"
4130 PRINT "VOLUME   [M↑3]":PRINT " =";
4140 IF VR(5)=0 THEN PRINT " ?":GOTO 4160
4145 :
4150 PRINT VR(5)
4160 PRINT "TEMP.     [°C]":PRINT " =";
4170 IF VR(6)=0 THEN PRINT " ?":GOTO 4200
4175 :
4180 PRINT VR(6)-273.15
```

```
4200 M1$="SE VUOI":M2$="CONTINUARE"
4210 M3$="PREMI UN TASTO...":GOSUB 8600
4255 :
5000 GOSUB 7000:GOSUB 8000:GOTO 1100
5005 :
6000 POKE 53284,15:RC=6:GOSUB 8100:POKE 646,0
6010 FOR Q=1 TO 15
6014 PRINT  TAB(23);"$        !":NEXT
6020 PRINT  TAB(24);"#######"
6045 :
6090 L$="& & & &"
6100 POKE 646,15:FOR J=0 TO 4+AT
6110 IF AT>0 THEN F$="        ":GOSUB 7300
6120 IF AT=0 THEN F$=" & & & ":GOSUB 7300
6130 IF AT<0 THEN F$="&&&&&&&":GOSUB 7300
6140 RC=19-2*J:GOSUB 8100:PRINT  TAB(24);L$;:NEXT J
6160 POKE 646,0:RC=20-2*J:GOSUB 8100
6164 PRINT  TAB(24);"%%%%%%%"
6170 Z$=CHR$(34)+CHR$(34)+CHR$(157):FOR H=2*J TO 18
6180 RC=19-H:GOSUB 8100:PRINT  TAB(24);"   ";Z$;"   ";:NEXT
6220 RETURN
6495 :
6500 GOSUB 8800:IF RI$="S" THEN RETURN
6510 IF L1=0 THEN L1=I-1:RETURN
6520 IF L2=0 THEN L2=I-1:RETURN
6530 L3=I-1:RETURN
6595 :
7000 RS=1:AT=-1:GOSUB 6000
7010 GOTO 7050
7020 H=75
7030 GET K$:IF K$<>"" THEN RETURN
7040 FOR K=0 TO H:NEXT K:GOSUB 6090
7050 AT=AT+RS
7060 IF ABS(AT)<2 THEN 7020
7070 RS=-RS:AT=AT+2*RS
7080 H=100:GOTO 7030
7085 :
7200 ON ZP GOTO 3100,3200,3300,3400,3500,3600,3700
7210 GOTO 3000
```

```
7215 :
7300 RC=20-2*J:GOSUB 8100:PRINT  TAB(24);F$:RETURN
7315 :
7500 POKE 52,48:POKE 56,48
7504 POKE 56334,PEEK(56334) AND 254
7510 POKE 1,PEEK(1) AND 251
7520 FOR I=0 TO 511:POKE I+12288,PEEK(I+53248)
7530 NEXT :POKE 1,PEEK(1) OR 4
7540 POKE 56334,PEEK(56334) OR 1
7550 POKE 53272,(PEEK(53272) AND 240)+12
7555 :
7560 RESTORE
7570 FOR I=0 TO 47:READ A
7580 POKE 12552+I,A:NEXT :GOTO 8000
7581 :
7583 REM*****************************************************
7599 :
7600 DATA 192,192,192,192,192,192,192,192
7610 DATA 102,102,102,102,102,102,102,102
7620 DATA 255,255,0,0,0,0,0,0
7630 DATA 3,3,3,3,3,3,3,3
7640 DATA 255,170,85,170,85,170,85,255
7650 DATA 0,60,102,66,66,102,60,0
7995 REM*****************************************************
```

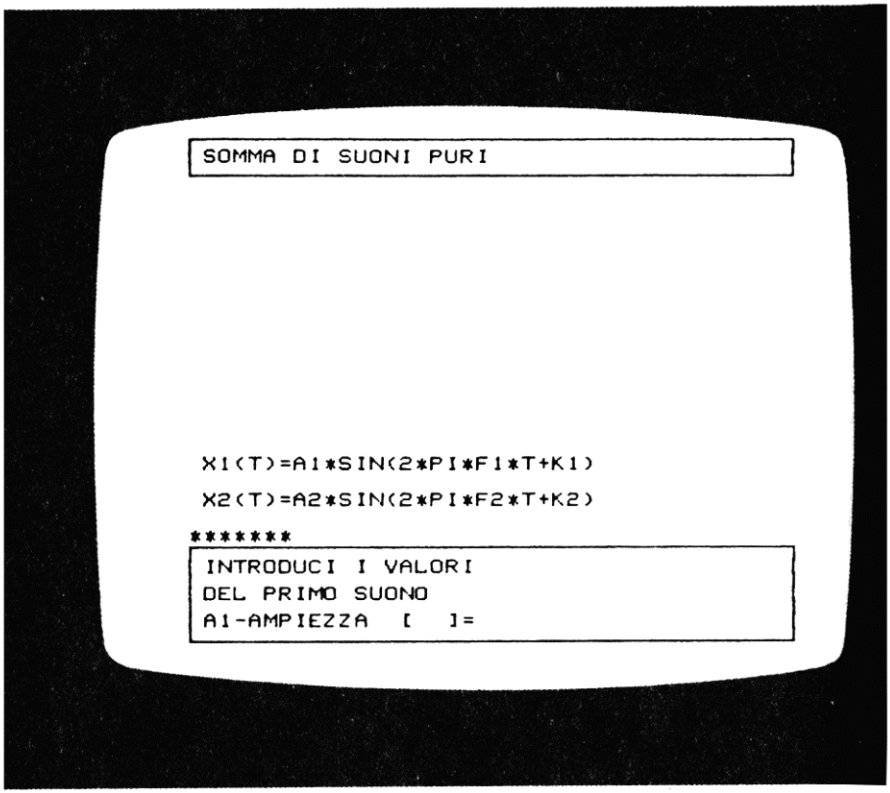
NOTE AL PROGRAMMA

Anche per questo programma si creano, sullo schermo del nostro computer, le condizioni caratteristiche di un laboratorio sperimentale. Vediamo il tradizionale stantuffo chiuso da un pistone mobile con dentro il gas di cui bisogna analizzare il comportamento al variare di una delle grandezze – pressione, temperatura, volume – che, come è noto, si influenzano vicendevolmente. Possiamo scegliere il comportamento di un particolare gas, considerato come ideale, secondo le tradizionali convenzioni di questa parte della Fisica. Abbiamo – opzione 6 – anche la possibilità di valutare il comportamento di un particolare gas non elencato in tabella fornendo al computer il valore della sua massa molecolare. Aiutiamoci con un esempio che, data la sua pericolosità, non sarebbe proponibile nelle mura tradizionali di un laboratorio. Una bombola di ossigeno di

1,5 litri è caricata con una pressione di ben 200 Bar. La terza videata reca i valori scelti dall'esempio in modo che vi sia correlazione tra le singole unità di misura che abbiamo utilizzato; si ha come risultato 387° grammi di O_2. Pericolosamente mettiamo sulla fiamma la bombola chiusa; sappiamo, per le leggi sui gas, che, a volume costante, ad un aumento di temperatura corrisponderà un incremento della pressione interna e vogliamo "vedere" l'esplosione della bombola il cui acciaio non può sopportare pressioni superiori a 275 Bar. Con la quarta e la quinta videata, dopo aver introdotto i valori noti di pressione "di scoppio" possiamo assistere alla "esplosione" della bombola ad una particolare temperatura, 136° C.

Con l'ausilio del computer non abbiamo distrutto l'intero laboratorio e se vogliamo nuove, tranquille esplosioni ci è sufficiente "premere un tasto"!

ACUSTICA



L'Acustica è parte antica della Fisica. Il nostro orecchio è sempre vigile, anche durante il sonno, pronto ad udire il lieve scalpiccìo di passi felpati o il lontano rombo di un mare in tempesta. L'urlo di allarme o il soave sussurro di una voce amica fin dall'inizio fecero capire ad ogni singolo essere umano, prima ancora che le conoscenze dell'Acustica diventassero patrimonio cosciente e formalizzato di tutti, che il suono aveva una intensità, una frequenza, un timbro. Poi, per molti millenni, l'uomo si sbizzarrì ad inventare strumenti musicali sempre diversi e sempre più affascinanti. Di volta in volta seppe usare tutti i mezzi a sua disposizione per produrre il suono, dal percuotere grossi tronchi scavati con il fuoco, al far vibrare

pesanti lastre metalliche, dal saper fare oscillare una corda tesa o una "colonna" d'aria fino a produrre elettronicamente le esatte note di frequenza con una "tastiera", cugina molto stretta di ogni computer.

Distraendosi dalla lunga cascata di suoni l'uomo ha anche, però, trovato il tempo di capire che i suoni hanno una loro velocità nell'aria e che questa non era poi così grande; ha poi imparato come i suoni differissero tra loro in funzione della loro "altezza" beandosi infine dell'accordo musicale che scaturisce da note i cui rapporti di frequenza fossero matematicamente semplici.

L'uomo comprese poi che i suoni "puri", sinusoidali, potevano essere resi più ricchi, più "parlanti", mescolando, con mano sapiente, le armoniche alla frequenza base. A questo punto l'attenzione si focalizzò sulle onde. L'uomo era sempre stato circondato dalle onde, da quelle del mare, da quelle della luce, ma proprio con l'Acustica gli viene voglia di sapere e di

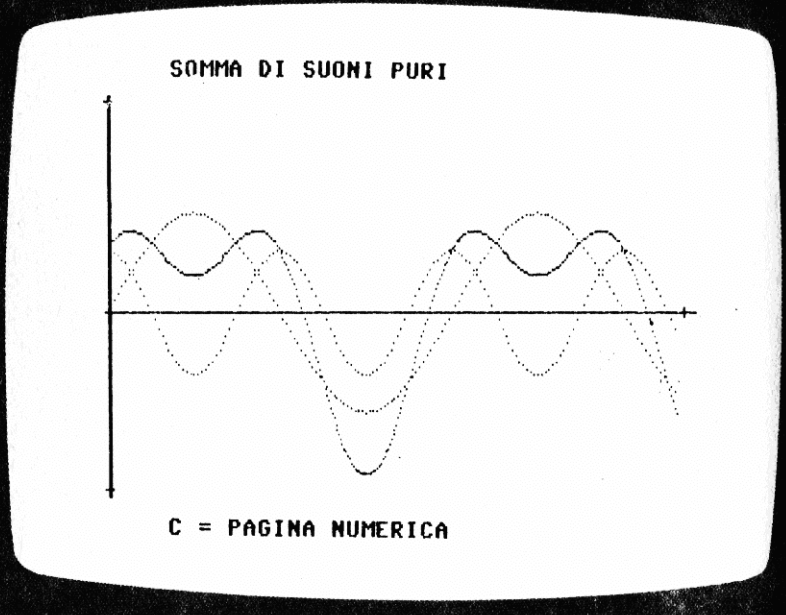
```
SOMMA DI SUONI PURI

A1-AMPIEZZA   [   ]=   4
F1-FREQUENZA [HZ]=   30
K1-FASE INIZ.[GR]=   0
A2-AMPIEZZA   [   ]=   2.5
F2-FREQUENZA [HZ]=   60
K2-FASE INIZ.[GR]=   90

X1(T)=A1*SIN(2*PI*F1*T+K1)

X2(T)=A2*SIN(2*PI*F2*T+K2)

*******
INTRODUCI I VALORI
PER IL GRAFICO
T INIZIALE (0)=
```

comprendere di più, trascinato insieme dalla voglia di conoscere e da una dolce, struggente armonia musicale.

LA COMPOSIZIONE DELLE ONDE

C'è stato qualche dubbio su quale fosse il giusto argomento del programma per esemplificare l'Acustica. Certamente molti computer hanno belle caratteristiche musicali e sarebbe stato ingannevolmente facile scegliere una sequenza di note, una armonia, una sinfonia. Ci siamo resi conto che proprio con l'Acustica incominciamo a studiare e a capire quell'immensa, incredibile realtà che sono le onde.

Guardando i dolci cerchi concentrici di un lago al tramonto in un giorno di calma di vento, ascoltando le note e gli accordi che "pizzichiamo" sulla nostra chitarra possiamo capire come le onde, nel loro incessante fluire, pervadono e muovono la materia rendendola viva e possiamo osservare come le onde

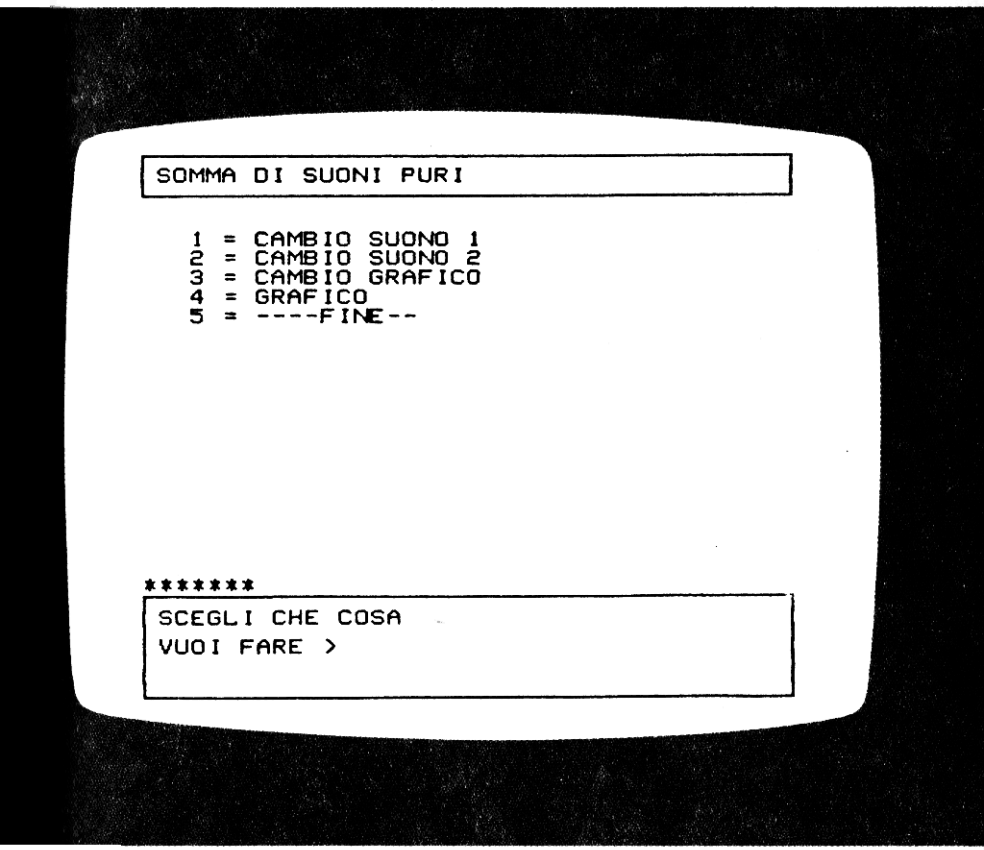


si compongono tra di loro, mescolandosi e facendone nascere di nuove.

Noi, con i nostri sensi, percepiamo soprattutto onde di "materia" dei liquidi, dell'aria e le vediamo come qualcosa di eternamente mobile, che si perpetua incurante della nostra sete di conoscere e di sapere. L'uomo, però, ha saputo astrarre da questa materia in movimento per centrare la sua attenzione sullo strano universo delle onde e della energia che in esso prepotentemente si manifesta per comprendere i fenomeni che vi intervengono, fenomeni che portano i difficili nomi di "interferenza", di "diffrazione" e di "polarizzazione".

Quello delle onde è un universo che sembra allegro e disordinato ma che, nel suo profondo, rispetta leggi forse non facilmente intuibili ma rigorosamente esatte.

Il programma dà modo di intervenire, ragionando, in questo mondo vario e mutevole. Si ha modo di "prendere" un'onda di visualizzarla sullo schermo, di prenderne una seconda, di osservarla e poi di far interferire le due onde tra di loro per ve-



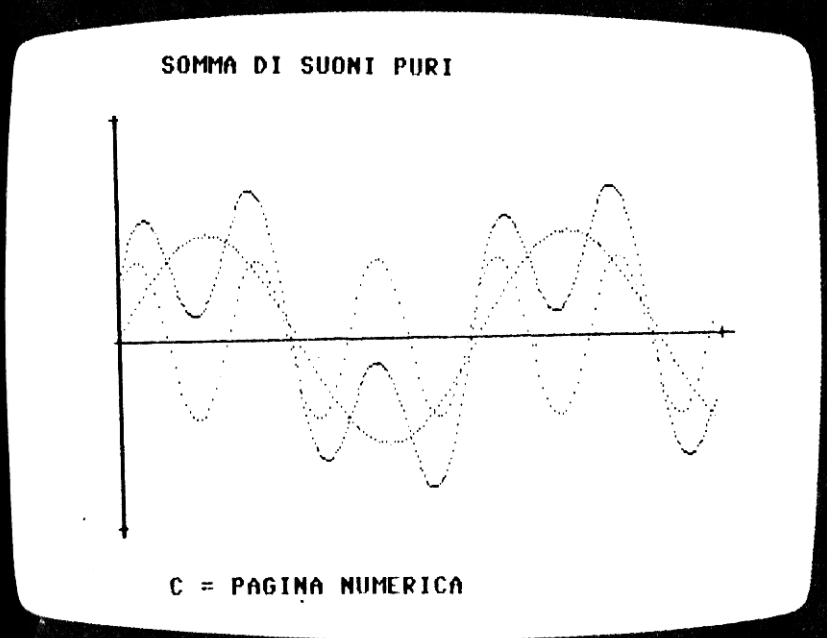
derne la risultante, per godere della nascita di questa nuova onda, con i suoi parametri, con la sua personalità.

Lo schermo del nostro computer ci apre una finestra su quello sconfinato e mutevole mondo delle onde, in cui l'energia è in perpetua trasformazione.

```
 99 REM*****************************************************
100 DIM  VR(11)
103 :
105 REM*****************************************************
110 PR$="SOMMA DI SUONI PURI"
113 REM*****************************************************
115 :
200 GOSUB 8000
210 GOSUB 4000
```

```
SOMMA DI SUONI PURI

A2-AMPIEZZA   [   ]=   3
F2-FREQUENZA [HZ]=   90
K2-FASE INIZ.[GR]=   30

X1(T)=A1*SIN(2*PI*F1*T+K1)
X2(T)=A2*SIN(2*PI*F2*T+K2)
*******
I VALORI INTRODOTTI
SONO OK (S/N) ?
```

```
 220 GOSUB 4100
 230 GOSUB 4200
 240 GOSUB 4300
 245 :
 250 SX=310/(VR(8)-VR(7))
 260 SY=135/(VR(11)-VR(10))
 270 CX=VR(7)
 275 :
 300 GOSUB 9800
 310 GOSUB 5000
 315 :
1000 CY=VR(1)*SIN(VR(2)*CX+VR(3))
1010 GOSUB 5100:Y3=CY
1020 CY=VR(4)*SIN(VR(5)*CX+VR(6))
```



```
1030 GOSUB 5100
1040 CY=CY+Y3
1050 GOSUB 5100
1060 CX=CX+.5*VR(9)
1100 Y3=VR(1)*SIN(VR(2)*CX+VR(3))
1120 CY=VR(4)*SIN(VR(5)*CX+VR(6))
1130 CY=CY+Y3
1140 GOSUB 5100
1145 :
2000 CX=CX+.5*VR(9)
2010 IF CX>VR(8) THEN 2220
2020 GET I$:IF I$="" THEN 1000
2030 IF I$="C" THEN 2230
2040 GET I$:IF I$="" THEN 2040
2050 GOTO 1000
2075 :
2220 GET I$:IF I$="" THEN 2220
2230 GOSUB 9900
2275 :
2300 PN$(1)="CAMBIO SUONO 1"
2310 PN$(2)="CAMBIO SUONO 2"
2320 PN$(3)="CAMBIO GRAFICO"
2330 PN$(4)="GRAFICO"
2340 PN$(5)="----FINE--"
2375 :
2400 PN=5:GOSUB 9400:IF PS<>4 THEN GOSUB 8000
2410 ON PS GOTO 2420,2430,2440,250,2460
2420 GOSUB 4000:GOSUB 4100:GOTO 2230
2430 GOSUB 4000:GOSUB 4200:GOTO 2230
2440 GOSUB 4000:GOSUB 4300:GOTO 2230
2460 END
2475 :
4000 RC=17:GOSUB 8100:PRINT " X1(T)=A1*SIN(2*PI*F1*T+K1)"
4010 PRINT :PRINT " X2(T)=A2*SIN(2*PI*F2*T+K2)"
4020 RETURN
4075 :
4100 M1$="INTRODUCI I VALORI"
4110 M2$="DEL PRIMO SUONO":I=1
4120 M3$="A1-AMPIEZZA  [  ]= ":GOSUB 8800
```

```
4130 M3$="F1-FREQUENZA [HZ]= ":GOSUB 8800
4140 M3$="K1-FASE INIZ.[GR]= ":GOSUB 8800
4150 M2$="":M1$="I VALORI INTRODOTTI"
4160 M3$="SONO OK (S/N) ?":GOSUB 8400
4170 IF RI$="N" THEN 4100
4180 VR(2)=VR(2)*2*[PI]:VR(3)=VR(3)*[PI]/180
4190 RETURN
4195 :
4200 M1$="INTRODUCI I VALORI"
4210 M2$="DEL SECONDO SUONO":I=4
4220 M3$="A2-AMPIEZZA  [  ]= ":GOSUB 8800
4230 M3$="F2-FREQUENZA [HZ]= ":GOSUB 8800
4240 M3$="K2-FASE INIZ.[GR]= ":GOSUB 8800
4250 M2$="":M1$="I VALORI INTRODOTTI"
4260 M3$="SONO OK (S/N) ?":GOSUB 8400
4270 IF RI$="N" THEN 4200
4280 VR(5)=VR(5)*2*[PI]:VR(6)=VR(6)*[PI]/180
4290 RETURN
4295 :
4300 M1$="INTRODUCI I VALORI"
4310 M2$="PER IL GRAFICO":I=7
4320 M3$="T INIZIALE (0)= ":GOSUB 8800
4324 VR(8)=[PI]*10/(VR(2)+VR(5)):M3$=STR$(VR(8))+"    "
4330 M3$="T FINALE ("+LEFT$(M3$,10)+")= ":GOSUB 8800
4334 IF RI$="N" THEN VR(8)=10*[PI]/(VR(2)+VR(5))
4338 VR(9)=(VR(8)-VR(7))/130:M3$=STR$(VR(9))+"    "
4340 M3$="STEP T ("+LEFT$(M3$,10)+")= ":GOSUB 8800
4344 IF RI$="N" THEN VR(9)=(VR(8)-VR(7))/160
4348 VR(10)=-(ABS(VR(1))+ABS(VR(4))):M3$=STR$(VR(10))+"    "
4350 M3$="X INIZIALE ("+LEFT$(M3$,10)+")= ":GOSUB 8800
4354 IF RI$="N" THEN VR(10)=-(ABS(VR(1))+ABS(VR(4)))
4358 VR(11)=ABS(VR(10)):M3$=STR$(VR(11))+"    "
4360 M3$="X FINALE ("+LEFT$(M3$,10)+")= ":GOSUB 8800
4364 IF RI$="N" THEN VR(11)=ABS(VR(10))
4370 M2$="":M1$="I VALORI INTRODOTTI"
4380 M3$="SONO OK (S/N) ?":GOSUB 8400
4390 IF RI$="N" THEN 4300
4400 RETURN
4405 :
```

```
5000 FOR I=8512 TO 14912 STEP 320:FOR K=I TO (I+7)
5010 POKE K,48:NEXT :NEXT
5020 XX=0:YY=173:GOSUB 9700:Y1=0:X1=4:GOSUB 9600
5030 XX=0:YY=11:GOSUB 9700:X1=4:Y1=0:GOSUB 9600
5040 CX=VR(7):CY=0:GOSUB 5100
5050 IF PY<0 OR PY>175 THEN RETURN
5060 FOR I=0 TO 39:POKE C3+I*8,255:NEXT :XX=313
5070 YY=YY-2:GOSUB 9700:X1=0:Y1=4:GOSUB 9600
5080 RETURN
5085 :
5100 PX=(CX-VR(7))*SX+2
5110 PY=(CY-VR(10))*SY+18
5120 IF PX<0 OR PX>310 THEN RETURN
5130 IF PY<0 OR PY>175 THEN RETURN
5140 XX=PX:YY=PY:GOSUB 9700:RETURN
5175 :
7905 REM*****************************************************
```

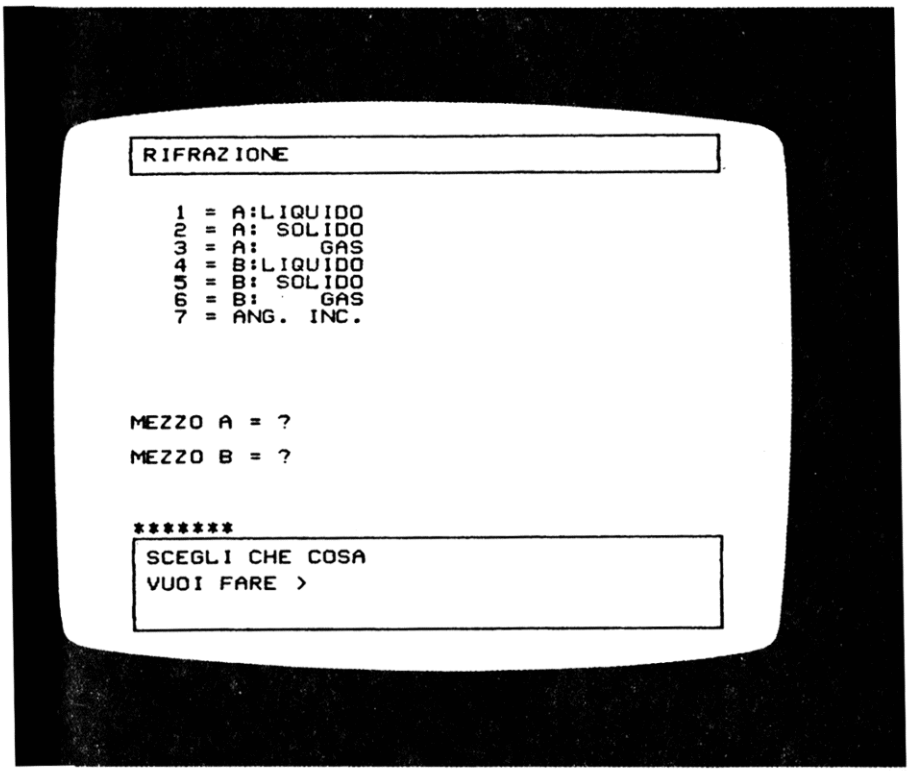
NOTE AL PROGRAMMA

Con questo programma usciamo fuori dagli angusti confini di un laboratorio per "inventare" con il computer un potente apparato che ci permette di analizzare la composizione dei suoni, delle loro onde. Il menù iniziale propone le equazioni di due "suoni puri", onde sinusoidali, e chiede gli specifici parametri delle onde. Scegliamo, come esempio, una frequenza bassa, rotonda, piena, degna di una musica moderna, una bella nota bassa a 30 Hertz. Accoppiamo a questa nota, un attimo dopo, la sua 2ª armonica a 60 Hertz che sarà di ampiezza minore. Premiamo /RETURN/. Inizia il calcolo per punti della traccia sia delle due onde sia della loro risultante, così come viene visualizzato nella videata numero tre.

Come è noto, quando si analizzano onde dalla frequenza troppo diversa, è necessario saper scegliere la giusta scala di disegno, come ben sappiamo dopo aver buttato via per una sola esercitazione un intero blocco di carta millimetrata. Con il computer si risparmia non solo sulla carta ma anche sul tempo: infatti rispondendo alle domande sul grafico con /RETURN/ il calcolatore userà dei valori calcolati automaticamente. Premendo un qualsiasi tasto si interrompe il tracciamento delle onde e, successivamente, con /C/ si possono fare delle modifiche seguendo la traccia della quarta videata. Nella quinta e nella sesta videata possiamo rispettivamente introdurre e visualizzare una nuova analisi, come quella di una onda "fondamentale" e della sua 3ª armonica.

OTTICA

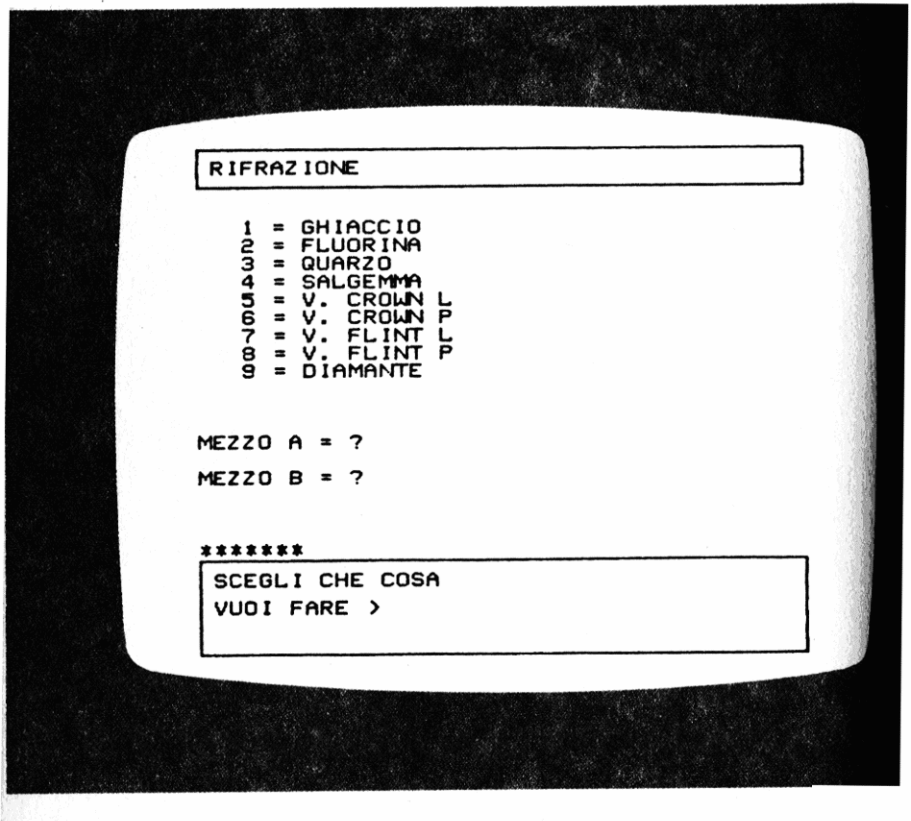
In principio fu la luce. Per noi uomini la luce è il più grande dei beni perché ci permette di utilizzare al meglio il nostro senso migliore: la vista. Gli occhi sono un mezzo potente, uno dei migliori strumenti che la natura ha messo a disposizione alle varie specie viventi. Forse solo l'aquila ed il falco nell'ambiente aereo ed il polpo nell'ambiente subacqueo possono vantare una acutezza visiva maggiore di quella umana. La nostra vista può spaziare dall'abbagliante riverbero di un meriggio d'estate fino alla tremula luce di una notte stellata. Senso importante per noi uomini e quindi massimo interesse conoscitivo per sapere tutto sulla genesi e sulle proprietà della luce. Fiaccole, fuochi, medioevali candele, fiamme chimiche, lampadine elettriche ed infine la bruciante potenza dei laser hanno accompagnato il lungo cammino della civiltà ponendosi di volta in



volta come sempre meno pallide imitazioni del nostro Sole fino – supremo peccato d'orgoglio – a superarlo.

Eppure per far luce sulla luce, per conoscere la sua intima realtà, è necessario arrivare sulla soglia del nostro secolo, quando dallo scontro tra la teoria corpuscolare e quella ondulatoria si riesce a comprendere quanto anche la limpida luce possa essere complessa. Da un lato riusciamo a confinare la luce in una esile banda dello spettro elettromagnetico e ci sembra quasi di essercene impossessati calcolando la sua enorme velocità all'interno di un laboratorio terrestre; contemporaneamente, però, saltano fuori sia strani comportamenti misti, particella-onda sia il fatto che la velocità della luce, almeno nel nostro universo, à quella limite quella che non potrà mai essere superata.

Il nostro secolo scopre che in qualche maniera la velocità della luce fa da "colla" tra materia ed energia e mette le premesse perché la luce possa essere dominata e prodotta in modo sempre più efficace, arrivando a realizzare quei laser ad

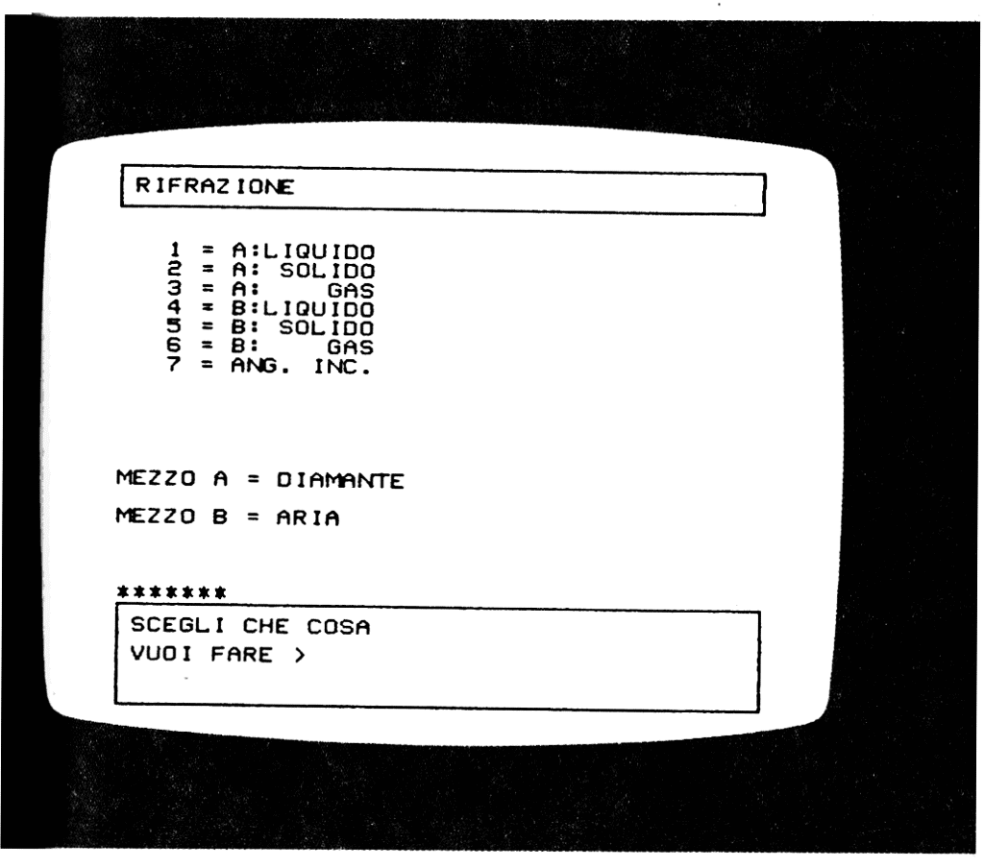


anidride carbonica che in questi giorni incominciano ad essere mandati nello spazio. Al loro confronto i fidi "cannoni-laser" con cui per tante volte nei "computer game" abbiamo abbattuto orde di alieni sono ben poca cosa. La Fisica ha insegnato a costruirne di veri, di notevolmente potenti, forse in grado di fermare le testate nucleari ai confini dell'atmosfera, inaugurando così un'epoca di pace per il nostro pianeta.

Senza arrivare, però, a non tanto fantascientifiche battaglie stellari à sufficiente sapere che il laser, con la sua luce "pura", cura alcune malattie dell'occhio, rettifica con incredibile precisione giganteschi ingranaggi industriali e, perfino, stabilisce precise carte di identità delle gemme più preziose: i diamanti.

LA RIFRAZIONE E LA RIFLESSIONE TOTALE

L'ottica, nel tradizionale corso di studio impartito in Italia, è divisa in due parti, quella geometrica e quella fisica.

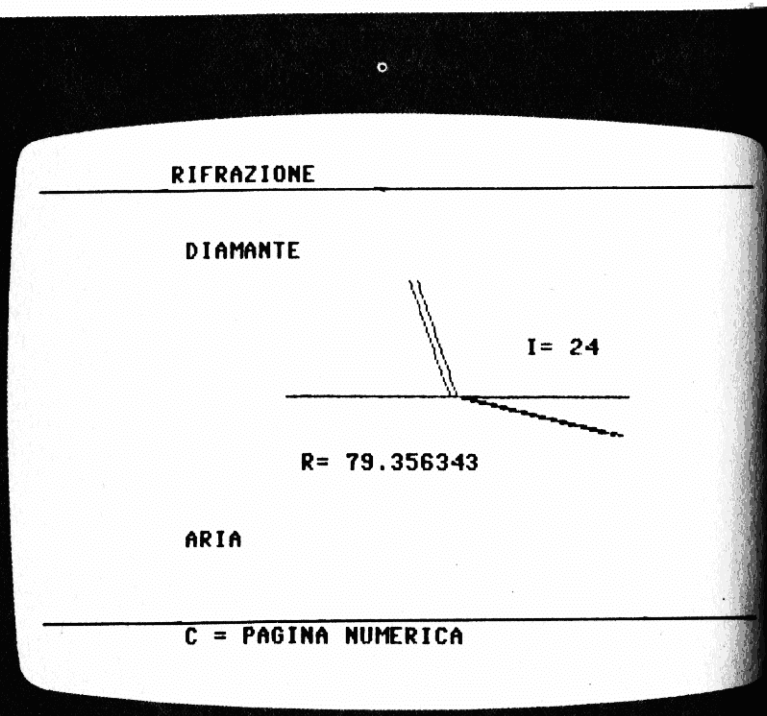


Soffermiamo la nostra attenzione sull'Ottica geometrica, parte della Fisica in cui il raggio di luce viene visto come una rotonda palla d'avorio che rotola sul verde, liscio tappeto di un biliardo. La palla urta una sponda con un certo angolo di incidenza e se ne allontana con un certo angolo di riflessione rigorosamente uguale, purché tirata senza alcun "effetto", senza cioè forze che ne provochino anche la rotazione su di un asse.

Immaginiamo ora di avere a disposizione uno strano biliardo in cui il piano sia per metà ricoperto in feltro verde molto scorrevole e per metà di una non meglio precisata plastica rossa attaccaticcia e in grado di far sentire il suo forte attrito anche sulla superficie liscia della palla d'avorio. Siamo, cioè nelle condizioni in cui si trova un raggio di luce quando raggiunge la frontiera che separa due mezzi otticamente diversi. Questo fatto accade comunemente; basti pensare alla coppia aria-acqua, a quella aria-vetro e – perché no – alle varie coppie che forma il diamante che possiede il più elevato coefficiente di rifrazione oggi conosciuto.

Il programma si diverte un po'. Il grosso, visibilissimo raggio incide, secondo l'angolo che abbiamo scelto, sulla "barriera" creata dalla superficie di confine dei due "mezzi" ottici.

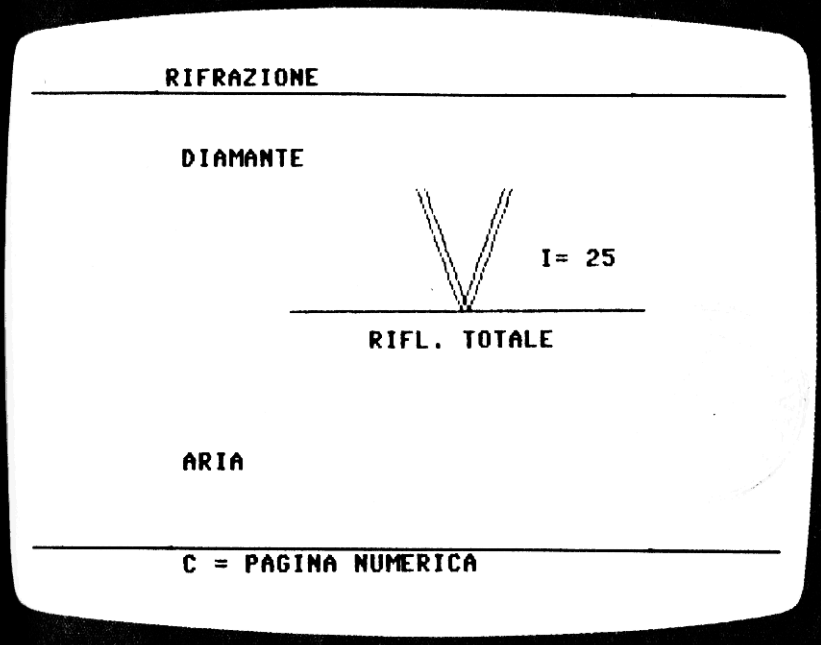
La barriera viene superata con la deviazione indicata dalle



formule tradizionali dell'Ottica e l'angolo del raggio emergente viene mostrato sia graficamente, sia con valori numerici.

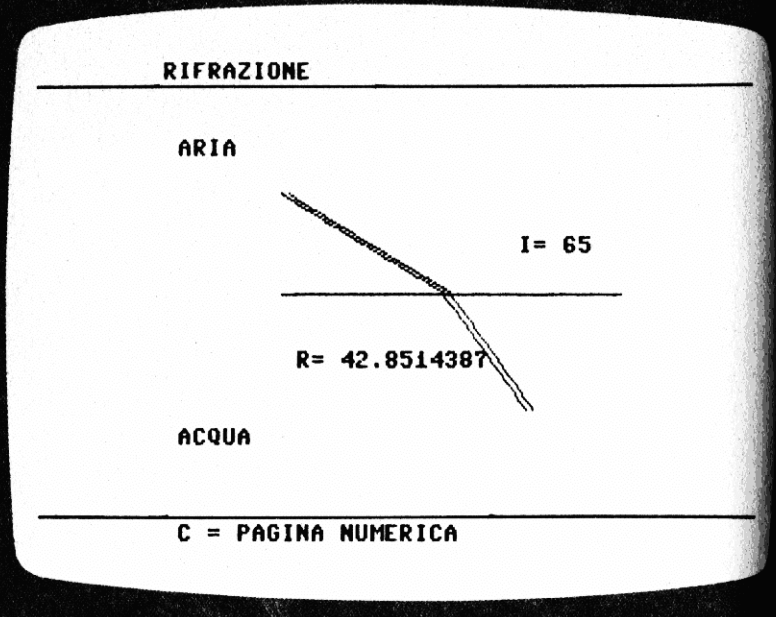
Mettiamoci, però, anche in una situazione molto particolare. Siamo subacquei e siamo immersi nel mare in una notte senza luna. Al nostro polso c'è la fida torcia sub in grado di produrre un fascio di luce ben forte e concentrato. In immersione sott'acqua dirigiamo verticalmente la nostra torcia accesa verso la superficie: la luce "passa", sbucando fuori dall'acqua, lanciandosi verso le stelle che guardano il mare di notte. Dirigiamo ora la luce della torcia in diagonale muovendo progressivamente il braccio. L'angolo che il fascio di luce fa con la perpendicolare alla superficie varia crescendo ogni momento di più: 10, 20, 30 gradi; il fascio di luce esce sempre più deviato nell'aria, a contrastare l'effimera luminosità della volta stellata. Poi, a circa una cinquantina di gradi, bruscamente il raggio non emerge più, rimbalza contro la superficie di separazione aria-acqua quasi avesse incontrato uno specchio e, secondo le leggi della riflessione totale, va ad illuminare quel masso lontano riempendo di fosforescenti brividi le minuscole creature del mare di notte.

I grandi fenomeni della rifrazione e della riflessione sono a nostra disposizione con questo programma. C'è una grande



scelta di solidi, di liquidi e di gas, tutti trasparenti, con cui provare, sbizzarrendosi a comandare il percorso di un raggio di luce.

```
101 REM*****************************************************
104 VR(5)=4:VR(6)=4:VR(1)=99:MA$="?"
106 VR(4)=99:VR(2)=1:VR(3)=1:MB$="?"
107 :
109 REM*****************************************************
110 PR$="RIFRAZIONE"
115 REM*****************************************************
117 :
120 GOSUB 8000
124 GOSUB 4000
```



```
 125 :
 130 RESTORE
 140 FOR K=1 TO 7:READ PN$(K):NEXT
 200 PN=7:GOSUB 9400
 210 ON PS GOTO 220,230,240,250,260,270,280
 215 :
 220 VR(5)=6:GOTO 1000
 230 VR(5)=3:GOTO 1000
 240 VR(5)=14:GOTO 1000
 250 VR(6)=6:GOTO 1000
 260 VR(6)=3:GOTO 1000
 270 VR(6)=14:GOTO 1000
 275 :
 280 M1$="DAI IL VALORE DELL'ANGOLO"
 290 M2$="DI INCIDENZA "
 300 M3$="I [GRD]= ":I=1
 310 GOSUB 8800
 315 :
 320 IF VR(1)>90 THEN 120
 330 SR=SIN(VR(1)*[PI]/180)*VR(2)/VR(3)
 340 IF SR>1 THEN 400
 350 VR(4)=180*ATN(SR/SQR(-SR*SR+1))/[PI]:GOTO 410
 400 VR(4)=95
 405 :
 410 GOSUB 9800:GOSUB 6000
 420 GET I$:IF I$<>"C" THEN 420
 430 GOSUB 9900:GOTO 124
 435 :
1000 SP=(PS-(INT(PS/3)*3))
1004 RESTORE :RR=7+18*SP
1010 FOR R=1 TO RR:READ A$:NEXT
1100 PU=PS:FOR K=1 TO 9
1110 READ PN$(K),D(K):NEXT
1120 PN=9:GOSUB 9400
1130 IF PU>3 THEN 1200
1140 MA$=PN$(PS):VR(2)=D(PS)
1150 GOTO 320
1200 MB$=PN$(PS):VR(3)=D(PS)
1210 GOTO 320
```

```
1215 :
4000 RC=15:GOSUB 8100:PRINT "MEZZO A = ";MA$
4010 PRINT :PRINT "MEZZO B = ";MB$:RETURN
4015 :
6000 IF VR(1)>90 THEN 6200
6004 FOR J=0 TO 22:POKE 12104+J*8,255:NEXT
6040 M3$=MA$:XH=2:YH=4:GOSUB 9500
6050 FOR J=6 TO 11:FOR K=9 TO 31
6060 POKE 1024+K+J*40,VR(5):NEXT :NEXT
6070 M3$=MB$:XH=2:YH=19:GOSUB 9500
6080 FOR J=12 TO 17:FOR K=9 TO 31
6084 POKE 1024+K+J*40,VR(6):NEXT :NEXT
6085 :
6090 YH=9:XH=25:M3$="I="+STR$(VR(1))
6094 GOSUB 9500
6099 :
6100 IF VR(1)>63 THEN 6130
6110 NX=-48*TAN(VR(1)*[PI]/180)
6120 NY=48:GOTO 6150
6130 NY=88/TAN(VR(1)*[PI]/180)
6140 NX=-88
6150 XX=160:YY=96
6160 X1=NX:Y1=-NY:GOSUB 9600
6170 XX=164:YY=96:GOSUB 9600
6200 IF VR(4)>90 THEN 6400
6280 R$=STR$(VR(4))
6285 :
6290 M3$="R="+R$
6294 YH=15:XH=10:GOSUB 9500
6300 IF VR(4)>63 THEN 6330
6310 NX=48*TAN(VR(4)*[PI]/180)
6320 NY=-48:GOTO 6350
6330 NY=-88/TAN(VR(4)*[PI]/180)
6340 NX=88
6345 :
6350 XX=160:YY=96
6360 X1=NX:Y1=-NY:GOSUB 9600
6370 XX=164:YY=96:GOSUB 9600
6380 RETURN
```

```
6385 :
6400 IF VR(4)<>95 THEN 6800
6410 M3$="RIFL. TOTALE":XH=14
6414 YH=13:GOSUB 9500
6430 XX=160:YY=96
6440 X1=-NX:Y1=-NY:GOSUB 9600
6450 XX=164:YY=96:GOSUB 9600
6800 RETURN
6805 :
6905 REM*****************************************************
6907 :
6910 DATA "A:LIQUIDO"
6920 DATA "A: SOLIDO"
6930 DATA "A:    GAS"
6940 DATA "B:LIQUIDO"
6950 DATA "B: SOLIDO"
6960 DATA "B:    GAS"
6970 DATA ANG. INC.
6975 :
7010 DATA "IDROGENO  ",1.0001390
7020 DATA "VAPORE H20",1.000257
7030 DATA "OSSIGENO  ",1.000272
7040 DATA "ARIA      ",1.0002926
7050 DATA "VAPORE CS2",1.001476
7060 DATA "          ",1
7070 DATA "          ",1
7080 DATA "          ",1
7090 DATA "          ",1
7095 :
7110 DATA "ACQUA     ",1.333
7120 DATA "ETERE     ",1.352
7130 DATA "ALCOOL    ",1.362
7140 DATA "GLICERINA ",1.470
7150 DATA "SOLF. CAR.",1.628
7160 DATA "          ",1
7170 DATA "          ",1
7180 DATA "          ",1
7190 DATA "          ",1
7195 :
```

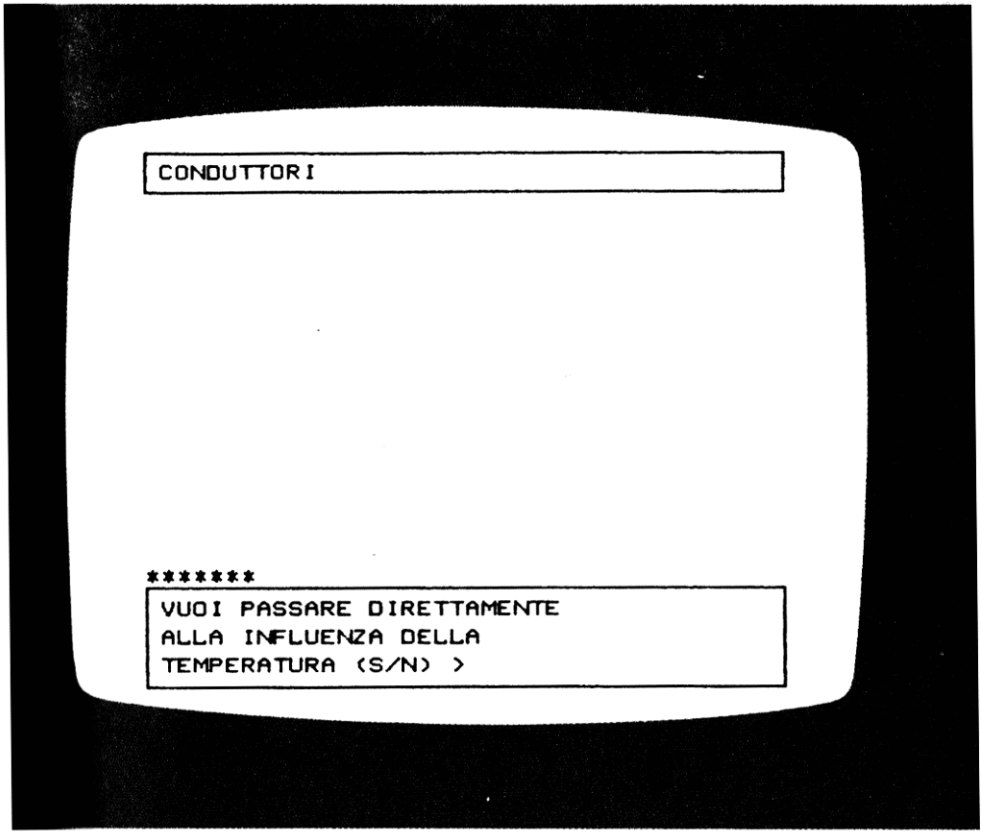
```
7210 DATA "GHIACCIO  ",1.309
7220 DATA "FLUORINA  ",1.433
7230 DATA "QUARZO    ",1.544
7240 DATA "SALGEMMA  ",1.544
7250 DATA "V. CROWN L",1.515
7260 DATA "V. CROWN P",1.615
7270 DATA "V. FLINT L",1.608
7280 DATA "V. FLINT P",1.751
7290 DATA "DIAMANTE  ",2.417
7295 :
7905 REM*************************************************
```

NOTE AL PROGRAMMA

Con questo programma possiamo gestire il comportamento di un raggio di luce nel suo attraversare due mezzi otticamente diversi. Il menù iniziale ci chiede che tipo di sostanza desideriamo sia il "mezzo A" e, successivamente, che tipo di sostanza vogliamo considerare come "mezzo B". Come esempio abbiamo scelto – non ce lo saremmo potuti permettere in condizioni sperimentali – nientedimeno che una "lastra" di diamante! Come "mezzo B" molto più modestamente scegliamo l'aria. Siamo nella terza videata e, a questo punto, facciamo partire il nostro raggio di luce scegliendo l'angolo di incidenza che più ci aggrada. Nella quarta videata abbiamo il percorso del raggio e ci viene fornito anche il valore dell'angolo del raggio rifratto. Proviamo un po', ora, a variare l'angolo di incidenza, quasi che fossimo al comando di un potente laser perfettamente mobile ed aggressivo nella torretta della nostra astronave della "Confederazione". Ci accorgiamo subito che oltre un certo angolo limite la lastra di diamante si comporta come uno scudo assoluto in quanto, benché perfettamente trasparente, provoca il fenomeno della riflessione totale. Il computer ci avverte che il nostro raggio non è riuscito ad "entrare" nel "mezzo B". Poiché la cosa non ci è molto piaciuta abbandoniamo l'astronave e rientriamo nelle pareti del laboratorio per analizzare il comportamento di sostanze più tradizionali come l'aria e l'acqua o gli scintillanti cristalli da cui vengono molate le lenti ottiche.

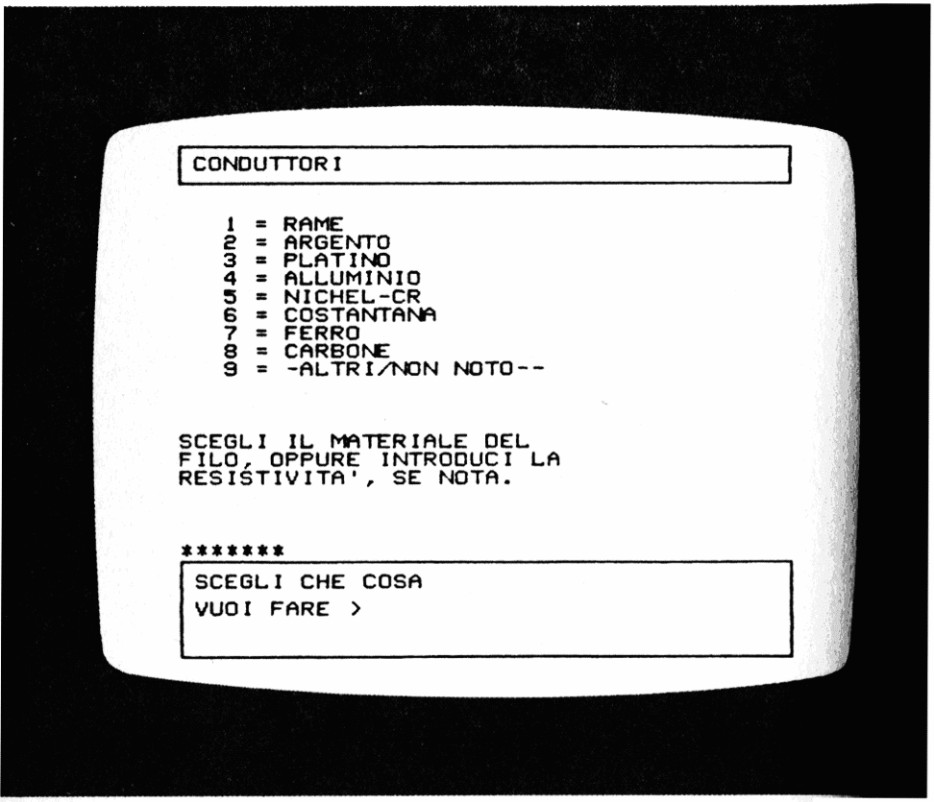
ELETTROLOGIA

L'elettricità e la sua "figliola", l'elettronica, pervadono la nostra vita quotidiana in questo ultimo scorcio del millennio. Per chi non è un "addetto ai lavori" può sorprendere sapere che, in effetti, l'elettricità ha una storia molto recente. Intendiamoci: potenti fenomeni naturali come i fulmini erano fin troppo noti ai nostri lontanissimi progenitori che abitavano nelle caverne; molto probabilmente furono proprio i lampi, con la loro corte di tuoni e di pioggia, una delle cause che spinsero la nostra specie prima a scendere dagli alberi e poi, almeno durante la notte, ad abbandonare le savane e le rive del mare troppo scoperte ed esposte ad un qualunque fenomeno atmosferico. Bisogna fare, però, un salto di molti millenni per trovare, nel



campo dell'elettricità, un qualcosa che, finalmente, attiri l'interesse dell'uomo. Solo agli inizi della civiltà greca si scoprì che un minerale fossile naturale, l'ambra, spesso e volentieri trasformata in monili o in gioielli, aveva, forse strofinandosi sui ruvidi panni di lana con cui allora ci si copriva, la magica proprietà di attirare pezzetti di midollo di sambuco o, letteralmente, di far "drizzare" i capelli. Proprio l'ambra, anzi, con il suo nome greco di "electron" ha dato la radice all'elettricità e all'elettronica. Scoperta questa strana proprietà dell'ambra di attirare piccole cose, l'umanità, pur spingendosi nelle conoscenze di quasi tutti i campi della fisica sembra, molto semplicemente, dimenticarsi dell'elettricità.

Intere civiltà come quella greca, quella romana, quella araba, quella del nostro Rinascimento non trovano nessuna delle loro menti migliori che abbia qualche spicciolo di tempo da dedicare all'elettricità. Solo in un ambiente culturale per certi versi "decadente" come quello barocco ecco accendersi le prime scintille.



L'Elettrostatica con tutto il suo corredo di accattivanti curiosità e con il suo sottile fascino di saper padroneggiare piccoli fulmini compare brillantemente non, come ci si potrebbe aspettare, nel chiuso di un laboratorio o di un'officina ma "tout de suite" nei salotti della gente "bene", nelle corti dei reali, ad interessare e a divertire. Almeno un altro secolo passa così ma, sulla soglia del XIX secolo, in Italia, Volta incomincia a mettere insieme dischetti di rame e di zinco, ammucchiandoli uno sull'altro e facendone delle pile. Questo nome oggi fin troppo conosciuto deriva proprio dal verbo "impilare", nel suo significato di mettere una cosa sull'altra.

La nascita della pila segna un momento magico; come la furia di un'acqua troppo a lungo trattenuta in un bacino montano, gli studi e gli esperimenti sull'elettricità dilagano; scienziati celeberrimi i cui nomi sono immortalati per sempre nelle varie unità di misura – a proposito, Volt deriva dal nome di Volta – raggiungono conoscenze sempre più approfondite, sempre più foriere di applicazioni tecnologiche.

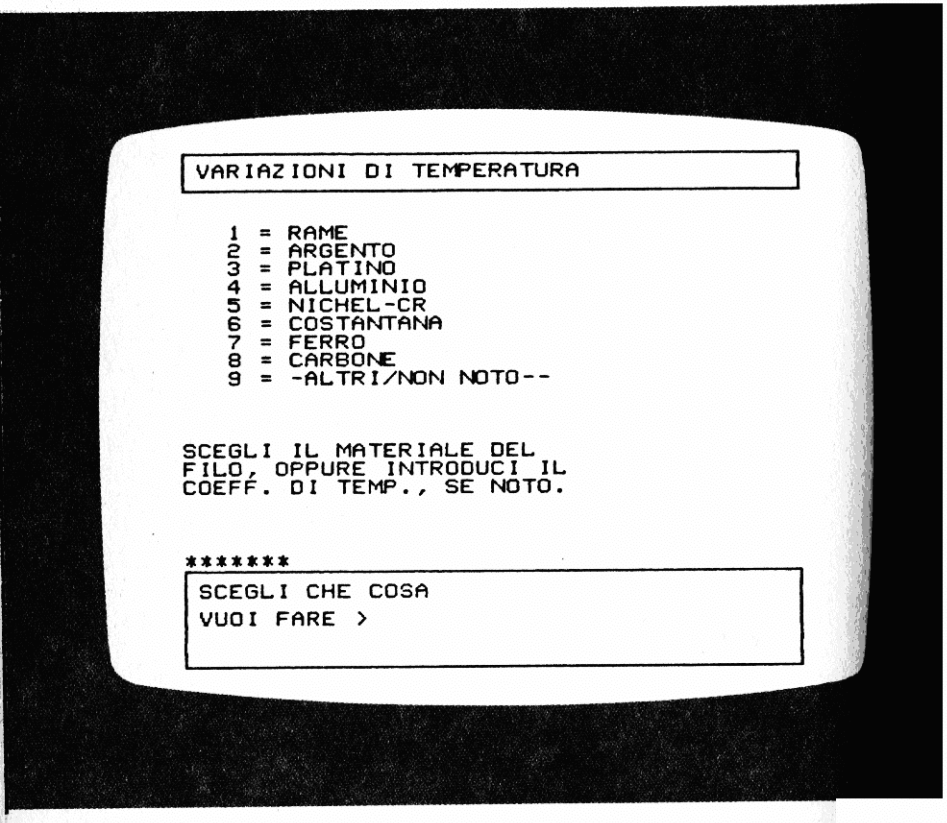
```
CONDUTTORI

RES.TA' [OHM*M]> 1.7241E-08
LUNGHEZZA    [M]> 3000
SEZIONE   [MM↑2]> 2
RES.A T=20[OHM]> 25.8615

*******
VUOI PASSARE DIRETTAMENTE ALLA
LEGGE DI OHM ?
 (S/N) >
```

Via via che la storia snocciola i suoi anni i "tecnici" fabbricano i motori, il telegrafo, le lampadine, mentre nel frattempo, dal canto loro, i "teorici" colgono realtà profonde formalizzandole in eleganti strutture matematiche. Arriviamo sulle soglie del ventesimo secolo ed il progresso diventa travolgente: trasporti elettrici, distribuzione dell'elettricità casa per casa, radio, televisione e, per finire, il computer! Proprio così, il nostro amico di ogni giorno, quello con cui ci stiamo divertendo a studiare, è il più recente prodotto dell'Elettrologia, di quella parte della Fisica che in meno di un paio di secoli ha cambiato completamente il nostro modo di vivere e le nostre possibilità.

LA LEGGE DI OHM

L'argomento principe dell'Elettrologia è la legge di Ohm.

L'attenzione che l'insegnante in classe ha dedicato all'argomento e i suoi frequenti "avete capito" inducono a credere che



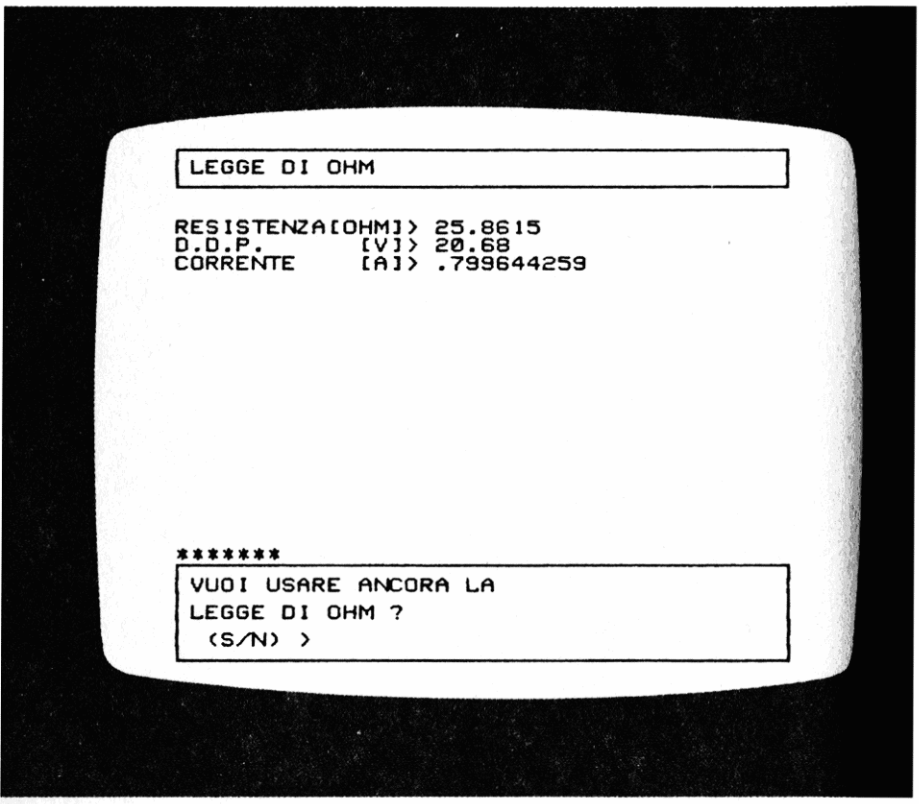
questa legge è veramente importante e che deve essere una di quelle da studiare bene, pena un incancellabile "due... a posto!".

È proprio così: una legge facile e sintetica che unisce linearmente le "nuove" grandezze di "differenza di potenziale" e di "intensità di corrente" a quella fisicamente oggettiva realtà che è la resistenza dei metalli a farsi attraversare da sterminate quantità di elettroni è importante. È interessante sapere che a partire da George Simon Ohm – la legge porta infatti il suo nome – una enormità di persone e di laboratori dovettero compiere una vera e propria infinità di misure e di esperimenti in quanto non solo si sapeva ben poco del comportamento dei metalli al passaggio della corrente elettrica ma, soprattutto, si stentava a credere che una legge di tale importanza potesse essere così elegante nella sua semplicità matematica. Con uno stesso metallo si fabbricarono fili di diversa lunghezza e di diversa sezione per vedere che resistenza offrissero al passaggio della corrente elettrica "spinta" da differenze di poten-

```
VARIAZIONI DI TEMPERATURA

RES.A T=20[OHM]> 25.8615
COEFF.T. [C↑-1]> 3.93E-03
TEMPERATURA [C]> 72
RESISTENZA[OHM]> 31.1465561

*******
VUOI PASSARE DIRETTAMENTE ALLA
LEGGE DI OHM ?
 (S/N) >
```

ziale sempre crescenti. Si passò poi a paragonare, con identica lunghezza e con identica sezione, fili di diversi metalli e di differenti leghe. Da tutta la somma degli esperimenti si ricavò che la legge di Ohm era una legge fondamentale, sempre valida. Le conoscenze furono poi ampliate perché, aumentando la differenza di potenziale e quindi l'intensità di corrente che passava nei conduttori, alcuni sperimentatori ebbero la "scottante" sorpresa di constatare che i fili percorsi da corrente elevata si riscaldavano notevolmente arrivando perfino alla fusione dopo aver brillato di rosso-ciliegia nel chiuso dei laboratori. Rifacendo controlli su controlli si vide non solo che il passaggio di corrente elettrica aumentava la temperatura del metallo ma anche che questo aumento di temperatura faceva generalmente crescere a sua volta la resistenza del conduttore.

Gli studi si estesero poi anche al comportamento dei liquidi e dei gas, si determinò successivamente il comportamento dei "quasi-isolanti" sotto tensione e sotto variazioni di temperatura, si generalizzò la legge di Ohm applicandola anche al campo



delle tensioni e delle correnti alternate in un progredire sempre crescente di conoscenze che, tuttavia, traggono la loro base da quella semplice legge di Ohm la cui essenzialità è appannaggio e pregio di tutto ciò che è veramente importante.

```
105 REM*****************************************************
110 PR$="CONDUTTORI"
115 REM*****************************************************
125 :
150 RESTORE :FOR K=1 TO 8
160 READ PN$(K),R(K),A(K):NEXT K
180 PN$(9)="-ALTRI/NON NOTO-"
190 FOR K=1 TO 9:READ VR$(K):NEXT K
200 GOSUB 8000
205 :
210 M1$="VUOI PASSARE DIRETTAMENTE"
220 M2$="ALLA INFLUENZA DELLA"
230 M3$="TEMPERATURA (S/N) >":GOSUB 8400
240 IF RI$="S" THEN GOTO 1300
245 :
250 RC=15:GOSUB 8100:PRINT "SCEGLI IL MATERIALE DEL"
260 PRINT "FILO, OPPURE INTRODUCI LA"
270 PRINT "RESISTIVITA', SE NOTA."
275 :
290 L1=0:L2=0
300 PN=9:GOSUB 9400
305 :
310 M1$="INTRODUCI SOLO I VALORI"
320 GOSUB 8000:M2$="NOTI"
330 IF PS=9 THEN 400
335 :
340 VR(1)=R(PS)
350 GOTO 500
400 I=1:M3$=VR$(1)
410 GOSUB 6500
415 :
500 I=2
510 FOR J=2 TO 4
```

```
 520 M3$=VR$(J):GOSUB 6500
 540 NEXT J
 550 IF L1=0 OR L2<>0 THEN 290
 555 :
 600 ON L1 GOTO 610,620,630,640
 610 VR(1)=VR(4)*VR(3)*1E-6/VR(2)
 620 VR(2)=VR(4)*VR(3)*1E-6/VR(1)
 630 VR(3)=VR(1)*VR(2)*1E6/VR(4)
 640 VR(4)=VR(1)*VR(2)*1E6/VR(3)
 645 :
 650 VR(4)=VR(1)*VR(2)*1E6/VR(3)
1000 GOSUB 8000
1010 FOR K=1 TO 4
1020 PRINT VR$(K);VR(K)
1030 NEXT K
1300 M1$="VUOI PASSARE DIRETTAMENTE ALLA"
1310 M2$="LEGGE DI OHM ?"
1320 M3$=" (S/N) >":GOSUB 8400
1330 IF RI$="S" THEN 2040
1335 :
1340 L1=0:L2=0
1350 PR$="VARIAZIONI DI TEMPERATURA"
1360 GOSUB 8000
1365 :
1370 RC=15:GOSUB 8100:PRINT "SCEGLI IL MATERIALE DEL"
1380 PRINT "FILO, OPPURE INTRODUCI IL"
1390 PRINT "COEFF. DI TEMP., SE NOTO."
1395 :
1410 PN=9:GOSUB 9400
1420 M1$="INTRODUCI SOLO I VALORI"
1430 M2$="NOTI"
1440 GOSUB 8000
1445 :
1450 IF PS=9 THEN 1500
1460 VR(5)=A(PS)
1470 GOTO 1550
1475 :
1500 I=5
1510 M3$=VR$(5):GOSUB 6500
```

```
1515 :
1550 I=4
1560 M3$=VR$(4):GOSUB 6500
1570 I=6
1580 M3$=VR$(6):GOSUB 6500
1590 M3$=VR$(7):GOSUB 6500
1595 :
1600 IF L1=0 OR L2<>0 THEN 1300
1620 ON L1 GOTO 1650,1650,1650,1650,1660,1670,1680
1625 :
1650 VR(4)=VR(7)/(1+VR(5)*(VR(6)-20))
1660 VR(5)=(VR(7)/VR(4)-1)/(VR(6)-20)
1670 VR(6)=(VR(7)/VR(4)-1)/VR(5)+20
1680 VR(7)=VR(4)*(1+VR(5)*(VR(6)-20))
1685 :
1700 GOSUB 8000
1710 FOR K=4 TO 7
1720 PRINT VR$(K);VR(K):NEXT K
1800 GOTO 1300
1805 :
2040 L1=0:L2=0
2050 PR$="LEGGE DI OHM"
2100 GOSUB 8000:I=7
2110 M1$="INTRODUCI SOLO I"
2120 M2$="VALORI NOTI :"
2130 FOR J=7 TO 9
2140 M3$=VR$(J):GOSUB 6500
2150 NEXT J
2155 :
2160 IF L1=0 OR L2<>0 THEN 2040
2200 ON L1 GOTO 2270,2270,2270,2270,2270,2270,2270,2280,2290
2270 VR(7)=VR(8)/VR(9)
2280 VR(8)=VR(7)*VR(9)
2290 VR(9)=VR(8)/VR(7)
2300 GOSUB 8000
2305 :
2310 FOR K=7 TO 9
2320 PRINT VR$(K);VR(K):NEXT K
2400 M1$="VUOI USARE ANCORA LA"
```

```
2410 M2$="LEGGE DI OHM ?"
2420 M3$=" (S/N) >":GOSUB 8400
2430 IF RI$="S" THEN 2040
2440 PR$="CONDUTTORI":GOTO 200
2455 :
6500 GOSUB 8800:IF RI$="S" THEN RETURN
6510 IF L1<>0 THEN 6530
6520 L1=I-1:RI$="S":RETURN
6530 L2=I-1:RETURN
6535 :
6989 REM*****************************************************
7000 DATA RAME,.017241E-6,3.93E-3
7010 DATA ARGENTO,.0164E-6,3.8E-3
7020 DATA PLATINO,.1E-6,3.6E-3
7030 DATA ALLUMINIO,.0282E-6,4E-3
7040 DATA NICHEL-CR,1.04E-6,.19E-3
7050 DATA COSTANTANA,.51E-6,.008E-3
7060 DATA FERRO,.15E-6,4.5E-3
7070 DATA CARBONE,40E-6,-.3E-3
7075 :
7100 DATA RES.TA' [OHM*M]>
7110 DATA LUNGHEZZA   [M]>
7120 DATA SEZIONE  [MM↑2]>
7130 DATA RES.A T=20[OHM]>
7140 DATA COEFF.T. [C↑-1]>
7150 DATA TEMPERATURA [C]>
7160 DATA RESISTENZA[OHM]>
7170 DATA D.D.P.      [V]>
7180 DATA CORRENTE    [A]>
7185 :
7905 END
7907 REM*****************************************************
```

NOTE AL PROGRAMMA

Come è noto per valutare il comportamento dei metalli al passaggio della corrente elettrica bisogna considerare diverse cose: dimensioni fisiche del conduttore, resistività propria del

metallo o della lega ed infine la temperatura alla quale il conduttore si trova. Il menù iniziale di questo programma propone perciò due vie distinte a seconda che si voglia o meno analizzare come prima cosa l'influenza della temperatura. Per ora la temperatura non ci interessa e, quindi, optando per il no, passiamo sul primo menù "di lavoro" mostrato dalla seconda videata. Con questo menù possiamo scegliere il conduttore che può essere un metallo più o meno nobile oppure una lega di quelle che comunemente si impiegano in "elettricità". Se abbiamo qualche particolare lega segreta di nostra invenzione possiamo – opzione 9 – introdurre direttamente il valore della sua resistività.

Poniamo di scegliere un filo di rame della sezione di 2 millimetri quadri e lungo ben tre chilometri, una vera e propria "linea" elettrica.

Stabilito – non ci interessava la temperatura – che il filo è ottimamente raffreddato dall'aria circostante e quindi deve trovarsi a circa 20 gradi, abbiamo dal nostro computer il valore della resistenza complessiva della linea elettrica costituita del conduttore. Sappiamo dalla legge di Joule che il filo al passaggio della corrente elettrica si riscalda e perciò se copriamo il filo con un isolante elettrico (ma anche termico) e lo avvolgiamo in una unica matassa non vi sarà più un opportuno raffreddamento e dovremo valutare come la resistenza sia variata in funzione dell'aumento di temperatura. Entriamo nella seconda parte del programma – videata 4 – dove, volendo, possiamo anche introdurre un coefficiente di temperatura particolare per un conduttore non in elenco. Con la nuova temperatura abbiamo – videata 5 – il relativo valore della resistenza. A questo punto, in possesso del valore della resistenza, possiamo spaziare sulla legge di Ohm.

UTILITÀ:

CONVERSIONI DI UNITÀ DI MISURA

Quando si apre un libro di Fisica viene quasi la voglia di stornellare "... le grandezze sono tante, milioni di milioni...". Abituati alla matematica con le sue poche variabili e con i suoi pochi termini noti, quando si passa alla Fisica si scopre che l'intero alfabeto è già tutto bello che esaurito già alla prima metà del primo volume. Tutte le grandezze che via via compaiono sono un po' come i figli di una numerosa famiglia; ognuna vuole il suo bel simbolo, la sua unità di misura omogenea, perfino il simbolo della sua unità di misura, per non parlare di multipli e sottomultipli per ogni singola unità.

```
CALCOLI & CONVERSIONI & COSTANTI

  1 = X: DA SEC A X=H:Y=M:Z=S
  2 = X: DA X=H:Y=M:Z=S A X=SEC
  3 = X: DA GRD A X=GRD:Y':Z''
  4 = X: DA X=GRD:Y':Z'' A X=GRD
  5 = X: DA GRADI A RADIANTI
  6 = X: DA RADIANTI A GRADI
  7 = X: DA GIRI/M A RAD/S
  8 = X:  ALTRE CONVENZIONI
  9 = ====CALCOLI====

 X =  0
 Y =  0
 Z =  0
----
 M =  0


*******
SCEGLI CHE COSA
VUOI FARE >
```

Mamma Fisica ha un bel da fare distribuendo a piene mani l'alfabeto latino, quello greco, qualcosa del gotico e perfino dell'ebraico: ogni grandezza si impossessa della lettera e fugge via lasciando sempre meno lettere per quelle che vengono dopo.

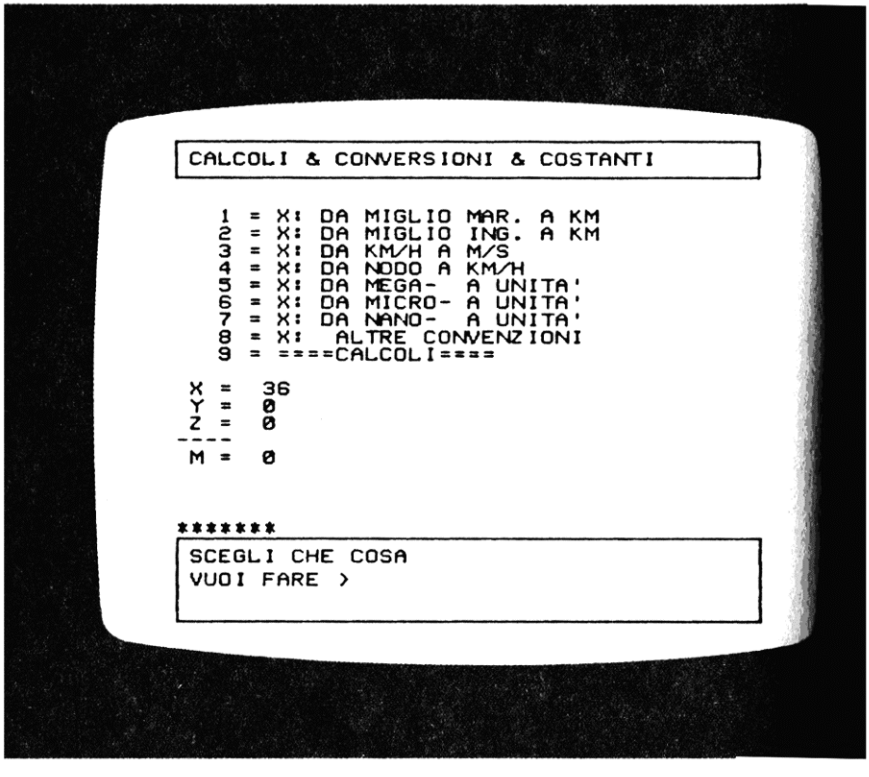
Grave complicazione per la Fisica ma, naturalmente, anche per noi. Come se non bastasse, oltre a tutti i simboli che vengono studiati dalla Metrologia, nella Fisica vi sono anche una infinità di costanti, dalle molte, troppe cifre, per non parlare poi delle "unità di importazione", quelle dei paesi anglosassoni, di cui faremmo volentieri a meno nella esattezza formale e nella comodità pratica del nostro sistema metrico decimale. Vero è che qualche "scheletro nell'armadio" l'abbiamo anche noi fisici, basti pensare alla misura del tempo e dei gradi, in cui il sistema sessagesimale di babilonese memoria è sempre pronto a seminare errori nei calcoli, in particolare nelle moltiplicazioni e nelle divisioni.

Il programma, che gli Autori hanno voluto vedere come una

```
CALCOLI & CONVERSIONI & COSTANTI

  1 = X: DA MIGLIO MAR. A KM
  2 = X: DA MIGLIO ING. A KM
  3 = X: DA KM/H A M/S
  4 = X: DA NODO A KM/H
  5 = X: DA MEGA-  A UNITA'
  6 = X: DA MICRO- A UNITA'
  7 = X: DA NANO-  A UNITA'
  8 = X:  ALTRE CONVENZIONI
  9 =  ====CALCOLI====

 X =  0
 Y =  0
 Z =  0
----
 M =  0


*******
INTRODUCI L'ESPRESSIONE
OD IL VALORE
 X= 36
```

"utilità", è in grado di convertire con immediata esattezza variabili e misure, dando non solo il valore delle più comuni costanti ma offrendo anche la possibilità, utilizzando le istruzioni "DATA", di costruirsi un utilissimo strumento su misura, a seconda dei campi di interesse nello studio della Fisica oppure – forse non dovremmo dirlo – in funzione di quanto, in quel particolare momento dell'anno scolastico, il professore di classe va spiegando per poi "pretendere" durante le interrogazioni.

```
 99 REM*****************************************************
100 X=0:Y=0:Z=0:M=0
104 H=1
107 :
109 REM*****************************************************
110 PR$="CALCOLI & CONVERSIONI & COSTANTI"
```



```
111 REM*****************************************************
115 :
190 RESTORE :READ HM
195 :
200 GOSUB 3000
205 :
210 FOR W=1 TO H
220 FOR K=1 TO 7
230 READ V$,N$,C(K),O(K)
234 IF C(K)<>0 THEN 240
238 PN$(K)="X> "+V$:GOTO 250
240 PN$(K)="X: DA "+V$+" A "+N$
250 NEXT K:NEXT W
255 :
```

```
CALCOLI & CONVERSIONI & COSTANTI

  1 = X: DA MIGLIO MAR. A KM
  2 = X: DA MIGLIO ING. A KM
  3 = X: DA KM/H A M/S
  4 = X: DA NODO A KM/H
  5 = X: DA MEGA-  A UNITA'
  6 = X: DA MICRO- A UNITA'
  7 = X: DA NANO-  A UNITA'
  8 = X:  ALTRE CONVENZIONI
  9 = ====CALCOLI====

 X =  36
 Y =  60
 Z =  0
----
 M =  0

*******
SCEGLI CHE COSA
VUOI FARE >
```

```
300 PN$(8)="X:  ALTRE CONVENZIONI   "
350 PN$(9)="====CALCOLI====="
355 :
400 PN=9:GOSUB 9400
405 :
410 IF PS=9 THEN GOTO 2000
420 IF PS=8 THEN GOTO 1000
425 :
430 IF H=1 AND PS<5 THEN ON PS GOTO 2400,2500,2600,2700
435 :
500 X=X*C(PS)+O(PS)
510 RC=13:GOSUB 8100:PRINT S$:RC=13:GOSUB 8100
520 PRINT " X = ";X
530 GOTO 400
```

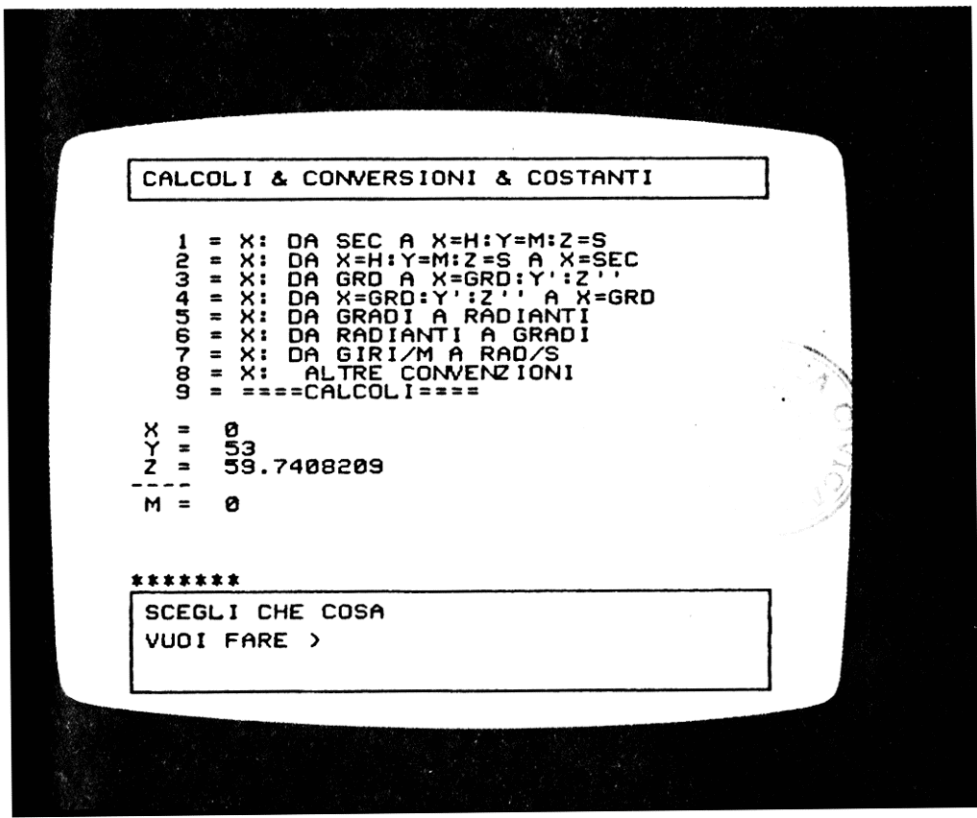
```
CALCOLI & CONVERSIONI & COSTANTI

  1 = X: DA MIGLIO MAR. A KM
  2 = X: DA MIGLIO ING. A KM
  3 = X: DA KM/H A M/S
  4 = X: DA NODO A KM/H
  5 = X: DA MEGA-  A UNITA'
  6 = X: DA MICRO- A UNITA'
  7 = X: DA NANO-  A UNITA'
  8 = X:  ALTRE CONVENZIONI
  9 = ====CALCOLI====

X =  66.672
Y =  60
Z =  0
----
M =  0

*******
SCEGLI CHE COSA
VUOI FARE >
```

```
 535 :
1000 H=H+1:IF HK=HM THEN 110
1010 RESTORE :GOTO 104
1015 :
1040 H=1
2000 S$="":M1$="INTRODUCI L'ESPRESSIONE"
2010 M2$="OD IL VALORE":I=1
2015 :
2020 M3$=" X= ":GOSUB 9000
2030 IF RI$="N" THEN 2120
2040 GOSUB 5000
2050 GOSUB 3000:GOTO 400
2055 :
2120 M3$=" Y= ":GOSUB 9000
```

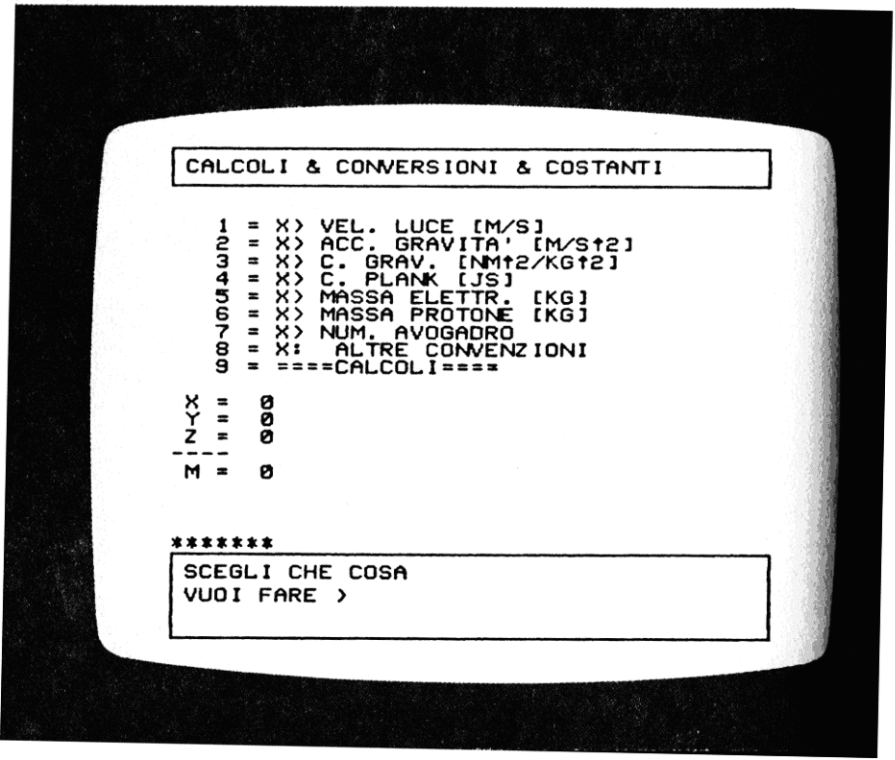
```
CALCOLI & CONVERSIONI & COSTANTI

   1 = X: DA MIGLIO MAR. A KM
   2 = X: DA MIGLIO ING. A KM
   3 = X: DA KM/H A M/S
   4 = X: DA NODO A KM/H
   5 = X: DA MEGA-  A UNITA'
   6 = X: DA MICRO- A UNITA'
   7 = X: DA NANO-  A UNITA'
   8 = X:  ALTRE CONVENZIONI
   9 = ====CALCOLI====

 X =  66.672
 Y =  60
 Z =  0
----
 M =  0


*******
INTRODUCI L'ESPRESSIONE
OD IL VALORE
 X= Y/X
```

```
2130 IF RI$="N" THEN GOTO 2220
2140 GOSUB 5000
2150 GOSUB 3000:GOTO 400
2155 :
2220 M3$=" Z= ":GOSUB 9000
2230 IF RI$="N" THEN 2320
2240 GOSUB 5000
2255 :
2320 M3$=" M= ":GOSUB 9000
2330 IF RI$="N" THEN 400
2340 GOSUB 5000
2350 GOSUB 3000:GOTO 400
2355 :
2400 Z=X:X=INT(X/3600):Z=Z-X*3600
2410 Y=INT(Z/60):Z=Z-Y*60
2420 GOSUB 3000:GOTO 400
2495 :
2500 X=Z+Y*60+X*3600:Y=0:Z=0
2510 GOSUB 3000:GOTO 400
2515 :
2600 Y=(X-INT(X))*60:X=INT(X)
2610 Z=(Y-INT(Y))*60:Y=INT(Y)
2620 GOSUB 3000:GOTO 400
2625 :
2700 X=X+Y/60+Z/3600:Y=0:Z=0
2710 GOSUB 3000:GOTO 400
2995 :
3000 GOSUB 8000:RC=13:GOSUB 8100:PRINT " X = ";X
3010 PRINT " Y = ";Y
3020 PRINT " Z = ";Z
3030 PRINT "----":RC=17:GOSUB 8100:PRINT " M = ";M
3040 RETURN
4999 :
5000 P1$="5100"+M3$+ST$
5010 P2$="X="+STR$(X)+":Y="+STR$(Y)
5020 P3$="[2 CRSR↑]Z="+STR$(Z)+":M="+STR$(M)
5030 P3$=P3$+":H="+STR$(H)+":GOTO 5100"
5040 GOSUB 9200
5045 :
```

```
5100 X= 36
5105 :
5110 GOTO 110
5115 :
5205 REM*****************************************************
5215 :
6000 DATA 5
6005 :
6110 DATA SEC,"X=H:Y=M:Z=S",1,1
6120 DATA "X=H:Y=M:Z=S","X=SEC",1,1
6130 DATA GRD,"X=GRD:Y':Z''",1,1
6140 DATA "X=GRD:Y':Z''","X=GRD",1,1
6150 DATA GRADI,RADIANTI,.017453293,0
6160 DATA RADIANTI,GRADI,57.29578,0
6170 DATA GIRI/M,RAD/S,.10471976,0
6205 :
6210 DATA GRADI C,GRADI F,1.8,32
```



```
6220 DATA GRADI C,KELVIN,1,273.15
6230 DATA GRADI F,GRADI C,.55555556,-17.777778
6240 DATA WH,JOULE,3.6E3,0
6250 DATA KCAL,JOULE,4186.8,0
6260 DATA JOULE,WH,2.78E-4,00
6270 DATA HP,WATT,735.499,0
6305 :
6310 DATA ATM,PASCAL,1.01325E5,0
6320 DATA MMHG,PASCAL,133.322,0
6330 DATA MMH2O,PASCAL,9.80665,0
6340 DATA PASCAL,ATM,9.86923E-6,0
6350 DATA MMHG,MMH2O,13.59506,0
6360 DATA KG-PESO,NEWTON,9.80665,0
6370 DATA NEWTON,KG-PESO,.1019716,0
6405 :
6410 DATA MIGLIO MAR.,KM,1.852,0
6420 DATA MIGLIO ING.,KM,1.61,0
```



```
6430 DATA KM/H,M/S,.27777778,0
6440 DATA NODO,KM/H,1.852,0
6450 DATA MEGA- ,UNITA',1E6,0
6460 DATA MICRO-,UNITA',1E-6,0
6470 DATA NANO- ,UNITA',1E-9,0
6475 :
6510 DATA VEL. LUCE [M/S],,0,2.997925E8
6520 DATA ACC. GRAVITA' [M/S↑2],,0,9.80665
6530 DATA C. GRAV. [NM↑2/KG↑2],,0,6.673234E-11
6540 DATA C. PLANK [JS],,0,6.6262965E-34
6550 DATA MASSA ELETTR. [KG],,0,9.109558E-31
6560 DATA MASSA PROTONE [KG],,0,1.672614E-27
6570 DATA NUM. AVOGADRO,,0,6.022169E23
6575 :
6989 REM*****************************************************
```

NOTE AL PROGRAMMA

Con questo programma di utilità si possono non solo evitare tutti i noiosi calcoli di conversione ma anche "memorizzare" i valori delle costanti che impieghiamo nel quotidiano studio di una parte della Fisica.

Il programma, data la vastità delle conversioni possibili, dispone di cinque tabelle, di cui una per le grandezze di tipo non decimale come le ore e i minuti, oppure come i gradi e i radianti, e altre per le conversioni fra grandezze di tipo decimale. Si passa dall'uno all'altro menù utilizzando l'opzione "8".

Nella seconda videata vi è un esempio di una conversione e dei calcoli per sapere quanto tempo un aliscafo (velocità 36 nodi) impiega sul percorso Napoli-Capri (distanza 60 chilometri). Il procedimento da seguire, mostrato dalle varie videate, consiste nel digitare il valore noto, 36 nodi, introdurlo premendo /RETURN/ e successivamente scegliere la opzione. A questo punto con la opzione "9" possiamo passare direttamente alla fase dei calcoli, ricordando, però, che il programma non accetta espressioni di tipo trigonometrico. Ottenuto il valore in ore nella "x" possiamo ritornare con l'opzione "8" alla prima tabella per trasformare il valore "decimale" delle ore prima in secondi e poi nella più consueta evidenziazione in minuti e in secondi.

L'ultima videata ci mostra i valori delle costanti inserite in questo programma di utilità; non dovrebbe essere difficile, visto che ormai siamo "esperti in Basic", farci un vero e proprio comodo elenco a cui far riferimento nei nostri calcoli e nelle nostre esercitazioni.

UTILITÀ:

CALCOLI CON I VETTORI

Fin dall'inizio della Fisica, nella Meccanica troviamo che non è sufficiente il concetto elementare di "quantità numerica" da attribuire ad una certa variabile, ad una certa grandezza.

Già le forze, prepotentemente, non accettano di essere definite soltanto con la loro intensità; è fin troppo evidente che è necessario non solo sapere lungo che direzione una forza fa muovere ma anche se "tira" o se "spinge". È necessario un ente matematico che sappia trattare insieme e contemporaneamente i tre parametri di intensità, direzione e verso.

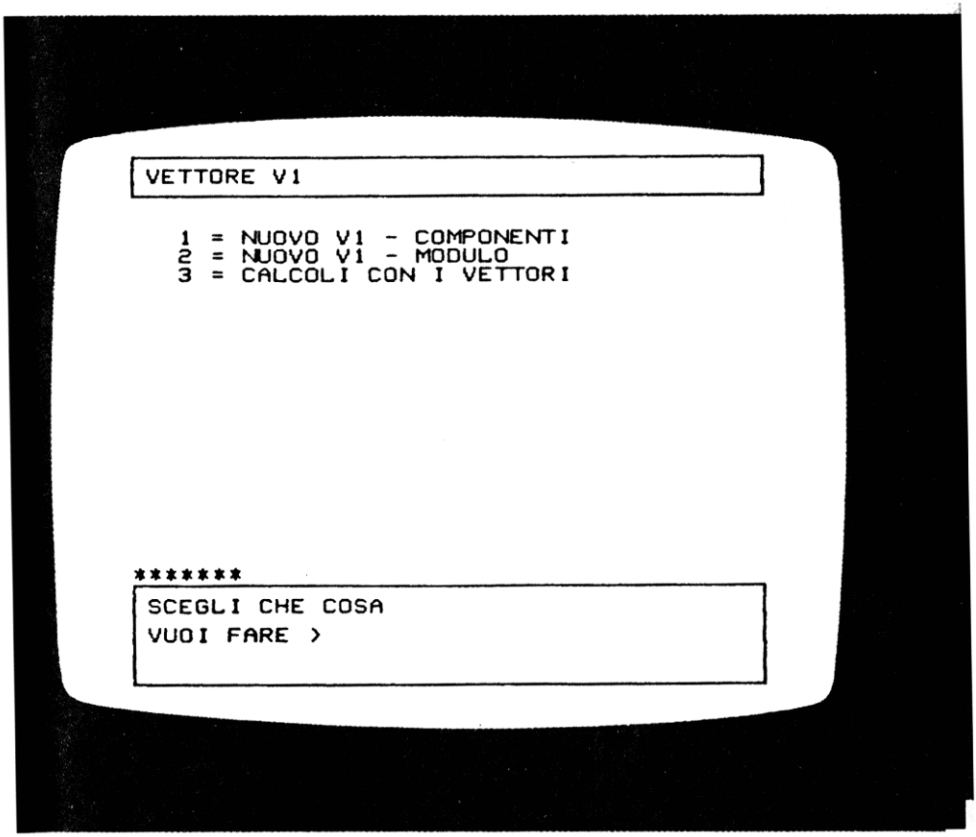
```
CALCOLI CON VETTORI

  1 = VETTORE V1
  2 = IN MEMORIA        V3=V1
  3 = DA MEMORIA        V1=V3
  4 = SOMMA             V1=V1+V2
  5 = DIFFERENZA        V1=V1-V2
  6 = PRODOTTO * N      V1=V1*N
  7 = PR. SCALARE        N=V1*V2
  8 = PR. VETTORIALE    V1=V1*V2
  9 = ---------FINE---

        VX        VY        VZ
V 1     0         0         0
V 2     0         0         0
----
V 3     0         0         0

*******
SCEGLI CHE COSA
VUOI FARE >
```

L'ente c'è e si chiama vettore. I problemi incominciano a sorgere quando si ha a che fare con più di un vettore e, come è giusto, si considerano i vettori nello spazio tridimensionale.

Di norma nei trattati elementari di Fisica classica non si va oltre a composizioni e scomposizioni su di un piano, e solo di tanto in tanto si trovano esercizi su operazioni più complesse, quali i prodotti.

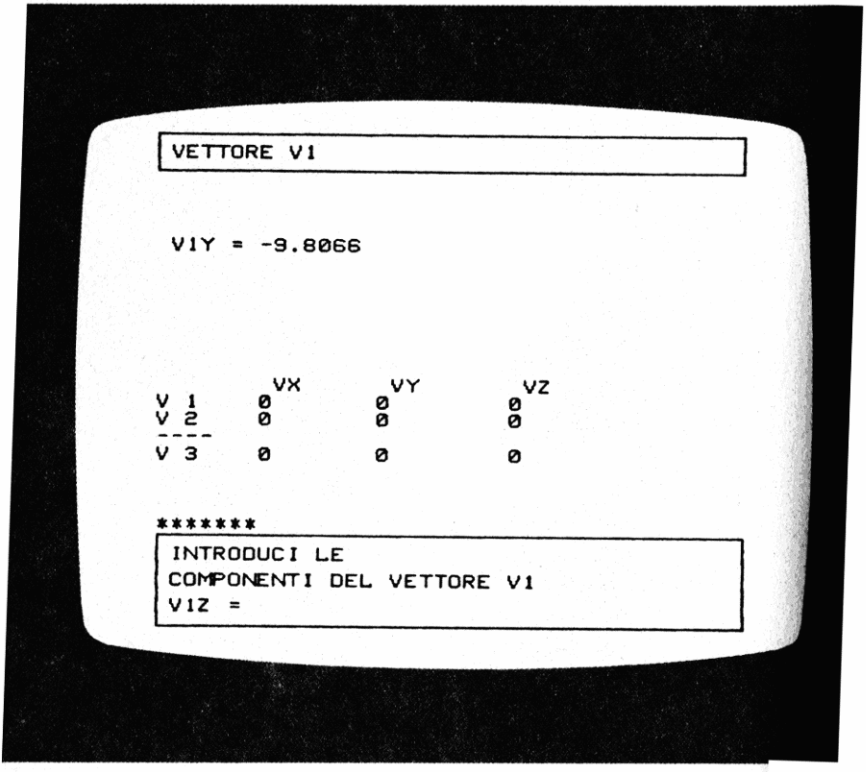
Questo programma, l'ultimo, mostra – se mai ve ne fosse bisogno – quale stupendo mezzo sia il computer, in particolare quando diventa un potente alleato della mente umana che in molte, troppe cose ha difficoltà di raffigurazione e di esposizione sintetica.

Diamo un'occhiata al menù iniziale. Come primo fatto importante troviamo la conversione automatica tra l'una e l'altra delle due rappresentazioni in cui è conveniente considerare un vettore in funzione delle operazioni che si andranno a compiere. Si può introdurre il vettore con la rappresentazione che è in nostro possesso: lo schermo ci darà subito anche i parametri

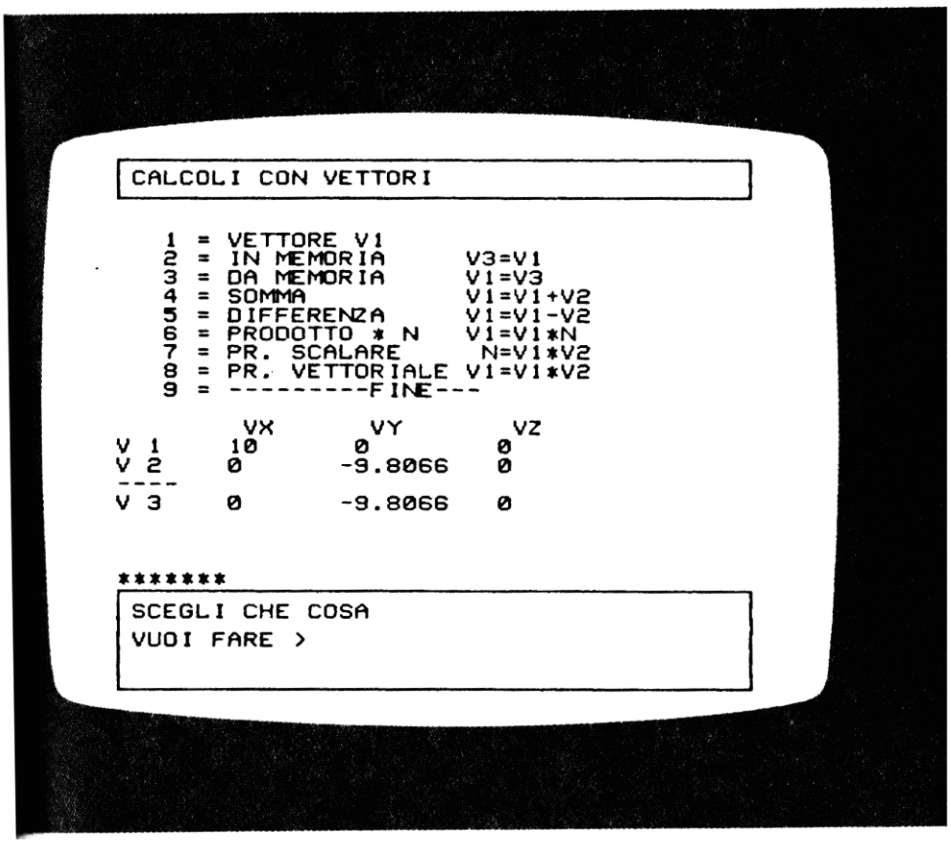


della seconda rappresentazione. Il menù, molto vasto, spazia poi tra tutte le consuete operazioni possibili, anche di tipo complesso come i prodotti vettoriali. Questo programma può essere usato quindi come un utile controllore delle esercitazioni pratiche meravigliandoci ancora una volta di quanto sia rapido ed efficiente il nostro "vecchio" compagno di giochi ora diventato compagno dei nostri studi.

```
 99 REM*****************************************************
100 DIM VR(12)
105 :
109 REM*****************************************************
110 PR$="CALCOLI CON VETTORI"
111 REM*****************************************************
115 :
200 GOSUB 3000:N1=0
```



```
 300 PN$(1)="VETTORE V1"
 310 PN$(2)="IN MEMORIA      V3=V1"
 320 PN$(3)="DA MEMORIA      V1=V3"
 330 PN$(4)="SOMMA           V1=V1+V2"
 340 PN$(5)="DIFFERENZA      V1=V1-V2"
 350 PN$(6)="PRODOTTO * N    V1=V1*N"
 360 PN$(7)="PR. SCALARE      N=V1*V2"
 370 PN$(8)="PR. VETTORIALE V1=V1*V2"
 380 PN$(9)="---------FINE---"
 385 :
 400 PN=9:GOSUB 9400
 410 ON PS GOTO 1000,1200,1400,1600,1800,2000,2200,2400,2600
 415 :
1000 PR$=PN$(PS)
```



```
1005 :
1010 MD=SQR(VR(1)*VR(1)+VR(2)*VR(2)+VR(3)*VR(3))
1020 IF MD=0 THEN GOSUB 8000:GOTO 1120
1024 IF VR(3)=0 THEN A1=[PI]/2:GOTO 1034
1025 :
1030 A1=ATN((SQR(VR(1)*VR(1)+VR(2)*VR(2)))/VR(3))
1034 IF VR(1)=0 THEN A2=[PI]/2:GOTO 1050
1040 A2=ATN(VR(2)/VR(1))
1050 G1=180*A1/[PI]
1060 G2=180*A2/[PI]
1065 :
1066 GOSUB 8000
1070 RC=10:GOSUB 8100:PRINT "V1X=";VR(1); TAB(17);"MOD=";MD
1080 RC=12:GOSUB 8100:PRINT "V1Y=";VR(2); TAB(15);" <TETA=";
```

```
CALCOLI CON VETTORI

  1 = VETTORE V1
  2 = IN MEMORIA        V3=V1
  3 = DA MEMORIA        V1=V3
  4 = SOMMA             V1=V1+V2
  5 = DIFFERENZA        V1=V1-V2
  6 = PRODOTTO * N      V1=V1*N
  7 = PR. SCALARE        N=V1*V2
  8 = PR. VETTORIALE V1=V1*V2
  9 = ---------FINE---

          VX        VY        VZ
V 1       0       -9.8066     0
V 2       0        0          0
----
V 3       0       -9.8066     0


*******
SCEGLI CHE COSA
VUOI FARE >
```

```
1090 PRINT A1:PRINT  TAB(19);" (GR=";G1;")"
1100 PRINT "V1Z=";VR(3); TAB(15);" <  FI=";A2
1110 PRINT  TAB(19);" (GR=";G2;")"
1115 :
1120 PN$(1)="NUOVO V1 - COMPONENTI"
1130 PN$(2)="NUOVO V1 - MODULO"
1140 PN$(3)="CALCOLI CON I VETTORI"
1150 PN=3:GOSUB 9400
1155 :
1160 IF PS=3 OR N1=1 THEN GOTO 1190
1165 :
1170 N1=1
1174 VR(4)=VR(1):VR(5)=VR(2):VR(6)=VR(3)
1180 VR(1)=0:VR(2)=0:VR(3)=0
```

```
VETTORE V1

   1 = NUOVO V1 - COMPONENTI
   2 = NUOVO V1 - MODULO
   3 = CALCOLI CON I VETTORI


V1X= 0              MOD= 9.8066

V1Y=-9.8066        <TETA= 1.57079633
                       (GR= 90 )
V1Z= 0             <  FI= 1.57079633
                       (GR= 90 )


*******
SCEGLI CHE COSA
VUOI FARE >
```

```
1185 :
1190 ON PS GOTO 5000,5200,5400
1195 :
1200 VR(7)=VR(1):VR(8)=VR(2):VR(9)=VR(3)
1210 GOTO 110
1295 :
1400 VR(4)=VR(1):VR(5)=VR(2):VR(6)=VR(3)
1410 VR(1)=VR(7):VR(2)=VR(8):VR(3)=VR(9)
1420 GOTO 110
1495 :
1600 VR(1)=VR(1)+VR(4):VR(2)=VR(2)+VR(5)
1610 VR(3)=VR(3)+VR(6)
1615 :
1620 VR(4)=0:VR(5)=0:VR(6)=0
1630 GOTO 110
1695 :
1800 VR(1)=VR(1)-VR(4):VR(2)=VR(2)-VR(5)
1810 VR(3)=VR(3)-VR(6)
1815 :
1820 GOTO 1620
1895 :
2000 PR$=PN$(PS):GOSUB 3000
2010 M1$="INTRODUCI IL NUMERO":M2$=""
2020 M3$=" N= ":I=11:GOSUB 8800
2030 VR(1)=VR(1)*VR(11):VR(2)=VR(2)*VR(11)
2040 VR(3)=VR(3)*VR(11)
2050 GOTO 110
2055 :
2200 PR$=PN$(PS):GOSUB 3000
2210 PC=VR(1)*VR(4)+VR(2)*VR(5)+VR(3)*VR(6)
2220 RC=4:GOSUB 8100:PRINT "  V1*V2 = ":PC
2225 :
2230 M2$="CONTINUARE":GOSUB 8200
2240 GOTO 110
2255 :
2400 VX=VR(2)*VR(6)-VR(3)*VR(5)
2410 VY=VR(3)*VR(4)-VR(1)*VR(6)
2420 VZ=VR(1)*VR(5)-VR(2)*VR(4)
2430 VR(1)=VX:VR(2)=VY:VR(3)=VZ
```

```
2435 :
2440 GOTO 1620
2445 :
2600 PRINT "[SHIFT]+[HOME]":END
2995 :
3000 GOSUB 8000
3005 :
3010 RC=13:GOSUB 8100:PRINT  TAB(8);"VX"; TAB(16);"VY";
3014 PRINT  TAB(25);"VZ"
3020 FOR K=1 TO 3
3030 H=K:IF K=3 THEN H=4:PRINT "----"
3035 :
3040 RC=13+H:GOSUB 8100:PRINT "V";K;"  ";VR(K*3-2);
3050 RC=13+H:GOSUB 8100:PRINT  TAB(12);"  ";VR(K*3-1)
3060 RC=13+H:GOSUB 8100:PRINT  TAB(21);"  ";VR(K*3)
3065 :
3070 NEXT K:RETURN
3075 :
5000 GOSUB 3000:M1$="INTRODUCI LE "
5010 M2$="COMPONENTI DEL VETTORE V1"
5020 M3$="V1X = ":I=1:GOSUB 8800
5030 M3$="V1Y = ":GOSUB 8800
5040 M3$="V1Z = ":GOSUB 8800:GOTO 1010
5045 :
5200 GOSUB 3000:M1$="INTRODUCI"
5210 M2$="IL MODULO DI V1"
5220 M3$="MODV1 = ":I=1:GOSUB 8800
5230 M2$="IL VALORE DELL'ANGOLO"
5240 M3$="<TETA = ":GOSUB 8800
5250 M3$="<  FI = ":GOSUB 8800
5255 :
5260 M3$="E' ESPRESSO IN GRADI (S/N)?"
5270 M1$=" ":GOSUB 8400
5275 :
5280 IF RI$="N" THEN GOTO 5300
5290 VR(2)=VR(2)*[PI]/180:VR(3)=VR(3)*[PI]/180
5295 :
5300 MD=VR(1):A1=VR(2):A2=VR(3)
5310 VR(3)=MD*COS(A1)
```

```
5320 VR(2)=MD*SIN(A1)*SIN(A2)
5330 VR(1)=MD*SIN(A1)*COS(A2)
5340 GOTO 1050
5395 :
5400 GOTO 110
5405 :
5409 REM*****************************************************
```

NOTE AL PROGRAMMA

Questo secondo programma di utilità, piuttosto raffinato, ci permette di spaziare a nostro piacimento nel difficile campo dei calcoli vettoriali. Il menù iniziale ci indica le operazioni possibili. Facciamo un esempio: vogliamo costruirci un accelerometro per la nostra moto o per l'auto di famiglia. L'accelerometro sarà essenzialmente un "pendolo" che con il mezzo di trasporto fermo o marciante a velocità costante si posizionerà in verticale in quanto assoggettato unicamente alla forza di gravità. Accelerando, il pendolo dell'accelerometro tenderà a spostarsi di un certo angolo dalla verticale. Dobbiamo tarare la scala in modo che dall'angolo di inclinazione possiamo risalire all'accelerazione o alla forza del motore del nostro mezzo di trasporto. Introduciamo perciò il vettore dell'accelerazione di gravità "g" mettendolo in memoria con l'opzione "2". Diamo adesso il valore del nostro vettore ed effettuiamo la somma dei due vettori. Nell'ultima videata possiamo leggere il valore dell'angolo di inclinazione dell'accelerometro, valore che indicherà la nostra accelerazione.

APPENDICE

SUBROUTINES

In questa appendice sono riunite tutte le subroutines usate da tutti i programmi di questo libro. Come già detto in "Come usare i programmi di questo libro" questo metodo evita di doverle ribattere per ogni programma e permette di ottenere programmi più semplici e chiari.

Una subroutine è un pezzo di programma che termina con /RETURN/ ed è utilizzato dal programma principale con una istruzione tipo /GOSUB riga/: questa istruzione (GO=vai, SUB=subroutine) fa continuare l'elaborazione alla subroutine che RITORNA, una volta terminata, al programma principale, precisamente alla istruzione successiva al /GOSUB/.

Per ogni subroutine è indicato con esattezza che cosa fa e quali variabili usa: questo è prezioso se vogliamo usarle nei programmi creati da noi. L'uso delle subroutines infatti semplifica molto la programmazione anche se occorre usarle con attenzione, preparando prima tutte le variabili necessarie, ed utilizzando esattamente le variabili modificate.

Come prima cosa armiamoci di pazienza e copiamo tutte e quindici le subroutines. Ricordiamoci che non si devono copiare le righe dispari, e che si possono saltare gli spazi.

Copiamo (e controlliamo) tutte le subroutines, salvandole su nastro – meglio se all'inizio di un nastro nuovo – con il comando /SAVE "SUBROUTINES"/.

Quando vogliamo scrivere un programma che le usa, per prima cosa dobbiamo caricarle dal nastro, con il comando /LOAD "SUBROUTINES"/, e, dopo, possiamo copiare il programma. Salviamo su nastro il tutto con il nome del programma che abbiamo scritto.

TABELLA DELLE SUBROUTINES

1	- INIZIALIZZAZIONE SCHERMO	/GOSUB 8000/
2	- POSIZIONAMENTO CURSORE	/GOSUB 8100/
3	- PRESENTAZIONE MESSAGGI	/GOSUB 8600/
4	- ATTESA DI TASTO PREMUTO	/GOSUB 8300/
5	- PAUSA	/GOSUB 8200/
6	- DOMANDA SÌ/NO	/GOSUB 8400/
7	- INGRESSO DATI NUMERICI	/GOSUB 8800/
8	- INGRESSO STRINGA	/GOSUB 9000/
9	- SCELTA PROGRAMMI	/GOSUB 9400/
10	- MODIFICA PROGRAMMI	/GOSUB 9200/

11 - ALTA RISOLUZIONE	/GOSUB 9800/
12 - PUNTO (XX,YY)	/GOSUB 9700/
13 - RIGA (XX,YY,X1,Y1)	/GOSUB 9600/
14 - PRINT (5XH,YH)	/GOSUB 9500/
15 - BASSA RISOLUZIONE	/GOSUB 9900/

SUBROUTINE 1

INIZIALIZZAZIONE SCHERMO

Molte volte occorre pulire lo schermo, per esempio all'inizio di un programma, oppure dopo aver presentato alcuni risultati e prima di presentarne altri. Per far ciò si può usare la SUBROUTINE 1, che pulisce tutto lo schermo e prepara sette variabili (C0, C1, C2, C3, C4, C5, C6) che definiscono i colori delle lettere e dello sfondo nelle varie zone del video. Infatti per tutti i programmi di questo libro si usa il modo colore esteso e lo schermo è diviso in quattro zone: la prima riga che contiene il titolo, la parte centrale (zona "testo"), le ultime tre righe riservate ai messaggi e domande (zona "domande") e il bordo.

I colori scelti sono: giallo per bordo e sfondo testo, lettere nere, giallo per il titolo e viola per la zona domande.

La SUBROUTINE 1 fa anche altre cose: presenta sulla prima riga il titolo del programma (deve essere nella stringa PR$) e prepara una stringa di 22 spazi (S$) che serve per cancellare una riga sullo schermo. Inoltre prepara due valori (MC e MV) relativi allo schermo.

Il cursore è posizionato all'inizio della riga 3, pronto a scrivere nella zona testo.

```
7903 REM**********SUBROUTINE #1*********
7905 REM    INIZIALIZZAZIONE SCHERMO
7907 REM*********************************
7909 REM
7911 REM SCOPO:
7913 REM    QUESTA SUBROUTINE PULISCE LO
7915 REM     SCHERMO. PRESENTA IL TITOLO
7917 REM   DEL PROGRAMMA, PREPARA ALCUNE
7919 REM        VARIABILI USATE DA ALTRE
7921 REM                    SOBROUTINES.
7923 REM
7925 REM PRIMA DEL [GOSUB 8000]:
7927 REM  PR$ > DEVE CONTENERE IL TITOLO
7929 REM
```

```
7931 REM DOPO IL [GOSUB 8000]:
7933 REM  C0  <  DEFINISCE IL COLORE DEL
7935 REM                          BORDO
7937 REM  C1  <  DEFINISCE IL COLORE DEL
7939 REM                     FONDO TITOLO
7941 REM  C2  <  DEFINISCE IL COLORE DEL
7943 REM                CARATTERE TITOLO
7945 REM  C3  <      DEFINISCE IL COLORE
7947 REM                 DEL FONDO TESTO
7949 REM  C4  <  DEFINISCE IL COLORE DEL
7951 REM                CARATTERE TESTO
7953 REM  C5  <  DEFINISCE IL COLORE DEL
7955 REM                  FONDO DOMANDE
7957 REM  C6  <  DEFINISCE IL COLORE DEL
7959 REM              CARATTERE DOMANDE
7961 REM  S$  <E'UNA STRINGA DI 40 SPAZI
7963 REM  MV  <     CONTIENE L'INDIRIZZO
7965 REM             DELLA MEMORIA VIDEO
7967 REM  MC  <     CONTIENE L'INDIRIZZO
7969 REM            DELLA MEMORIA COLORE
7971 REM
7989 REM*******************************
7999 :
8000 PRINT "[SHIFT]+[HOME]":C0=7
8002 C1=6:C2=1:C3=7:C4=0
8004 C5=4:C6=0:MV=1024:MC=55296
8010 POKE 53265,PEEK(53265) OR 64
8014 POKE 53280,C0:POKE 53281,C3
8020 S$="":FOR I=0 TO 39:S$=S$+" ":NEXT
8024 POKE 53282,C1:POKE 53283,C5
8030 FOR I=0 TO 39:POKE MC+I,C2
8034 POKE MV+I,96:NEXT
8040 FOR I=880 TO 999:POKE MC+I,C6
8044 POKE MV+I,160:NEXT
8050 FOR K=1 TO LEN(PR$)
8052 A$=MID$(PR$,K,1)
8054 A=ASC(A$):IF A<64 THEN A=A+64
8060 POKE (MV+K),A:NEXT
8064 POKE 646,C4
```

```
8066 PRINT "[HOME][2 CRSR↑]":RETURN
8077 :
8079 REM*********************************
```

SUBROUTINE 2

POSIZIONAMENTO CURSORE

Spesso è necessario stampare su una certa riga del video, ma nel Basic del C-64 non esistono istruzioni adatte. Il problema è risolto da questa subroutine: basta dare come valore a RC il numero di riga su cui si vuole posizionare il cursore e usare /GOSUB 8100/: il cursore sarà posizionato all'inizio della riga voluta. Ricordiamo che la riga 0 è quella del titolo e che le righe 22, 23 e 24 sono riservate ai messaggi ed alle domande.

```
8061 REM**********SUBROUTINE #2*********
8063 REM     POSIZIONAMENTO CURSORE
8065 REM******************************
8067 REM
8069 REM SCOPO:
8071 REM  QUESTA SUBROUTINE POSIZIONA IL
8073 REM   CURSORE ALL'INIZIO DELLA RIGA
8075 REM                          VOLUTA
8077 REM
8079 REM PRIMA DEL [GOSUB 8100]
8081 REM  RC  > DEVE CONTENERE IL NUMERO
8083 REM    DI RIGA SULLA QUALE SI VUOLE
8085 REM          IL CURSORE (DA 0 A 24)
8087 REM
8089 REM DOPO IL [GOSUB 8100]
8091 REM   NESSUNA VARIABILE E' ALTERATA
8093 REM
8097 REM******************************
8099 :
8100 POKE 783,0:POKE 781,RC:POKE 782,0
8110 SYS65520:RETURN
8197 :
8199 REM*********************************
```

SUBROUTINE 3

PRESENTAZIONE MESSAGGI

Le ultime tre righe dello schermo sono riservate a messaggi e domande; questa subroutine si occupa della loro presentazione. Come prima cosa le ultime tre righe sono pulite e colorate col colore C5, ed in fondo alla zona testo viene stampata una serie di sei separatori; nelle tre righe saranno presentati i messaggi (o la domanda) preparati nelle stringhe M1$, M2$, M3$. Se il messaggio è corto non è necessario usare tutte e tre le righe: se ne può anche usare una sola (apparirà solo M3$), oppure due (appariranno M1$ e, subito sotto, M3$). Le stringhe non usate devono essere nulle, cioè non devono contenere alcun carattere.

Il cursore è posizionato subito dopo M3$, il colore è quello della zona domande: eventuali risposte possono essere scritte direttamente. Questa subroutine è usata da molte delle subroutines seguenti, che la sfruttano per compiti più specializzati.

```
8545 REM**********SUBROUTINE #3*********
8547 REM     PRESENTAZIONE MESSAGGI
8549 REM*******************************
8551 REM
8553 REM SCOPO:
8555 REM  QUESTA SUBROUTINE PRESENTA DEI
8557 REM     MESSAGGI NELLA ZONA DOMANDE
8559 REM                       DEL VIDEO
8561 REM
8563 REM PRIMA DEL [GOSUB 8600]:
8565 REM  PER AVERE TRE MESSAGGI
8567 REM  M1$ >          PRIMO MESSAGGIO
8569 REM  M2$ >        SECONDO MESSAGGIO
8571 REM  M3$ >          TERZO MESSAGGIO
8573 REM  PER AVERE DUE MESSAGGI
8575 REM  M1$ >          PRIMO MESSAGGIO
8577 REM  M3$ >        SECONDO MESSAGGIO
8579 REM  PER AVERE UN MESSAGGIO
8581 REM  M3$ >          PRIMO MESSAGGIO
8583 REM  M1$;M2$  >    SE NON USATI =""
```

```
8585 REM
8587 REM DOPO IL [GOSUB 8600]:
8589 REM  RC  <    CONTIENE IL VALORE 21
8591 REM  IL CURSORE E' POSIZIONATO DOPO
8593 REM   M3$; IL COLORE E' C4(DOMANDE)
8595 REM
8597 REM*********************************
8599 :
8600 FOR K=880 TO 999
8610 POKE (MV+K),160:NEXT
8620 RC=21:GOSUB 8100:PRINT "*******"
8630 POKE 646,C6:POKE 198,0
8640 IF M1$="" THEN 8670
8650 PRINT "[CTRL]+[RVS ON] ";M1$
8654 IF M2$="" THEN 8670
8660 PRINT "[CTRL]+[RVS ON] ";M2$
8670 PRINT "[CTRL]+[RVS ON] ";M3$;
8680 PRINT "[CTRL]+[RVS OFF]";:RETURN
8695 :
8697 REM*********************************
```

SUBROUTINE 4

ATTESA DI TASTO PREMUTO

Questa subroutine usa la precedente per far comparire la domanda, dopo di che ripristina il colore testo e si mette in attesa che un tasto sia premuto. Può essere usata tutte le volte in cui la risposta non deve apparire dopo le domande e quando basta sapere quale tasto è stato premuto: la stringa A$ contiene un solo carattere che corrisponde al tasto azionato.

Questa è la subroutine più importante per le comunicazioni tra il programma e chi lo usa: il programma può valutare il tasto azionato e proseguire in modi differenti.

```
8253 REM**********SUBROUTINE #4*********
8255 REM    ATTESA DI TASTO PREMUTO
8257 REM*********************************
8259 REM
8261 REM SCOPO:
```

```
8263 REM  QUESTA SUBROUTINE PRESENTA DEI
8265 REM       MESSAGGI (USA SUB#3), POI
8267 REM    RIPRISTINA IL COLORE TESTO E
8269 REM      ATTENDE CHE SIA PREMUTO UN
8271 REM                          TASTO.
8273 REM
8275 REM PRIMA DEL [GOSUB 8300]:
8277 REM  M1$;M2$;M3$ >          MESSAGGI
8279 REM                   COME PER SUB#3
8281 REM
8283 REM DOPO IL [GOSUB 8300]:
8285 REM  A$  <    CONTIENE IL CARATTERE
8287 REM                DEL TASTO PREMUTO
8289 REM  RC  <    CONTIENE IL VALORE 21
8291 REM  IL CURSORE E' POSIZIONATO DOPO
8293 REM    M3$; IL COLORE E' C4 (TESTO)
8295 REM
8297 REM*******************************
8299 :
8300 GOSUB 8600:POKE 646,C4
8310 GET A$:IF A$="" THEN 8310
8320 RETURN
8397 :
8399 REM*******************************
```

SUBROUTINE 5

PAUSA

Questa è la prima subroutine di comunicazione specializzata: si usa quando il programma ha terminato una fase ed attende la via libera da parte di chi lo usa per continuare.

Permette quindi di avere tutto il tempo necessario per osservare i risultati ed i dati sul video.

Per semplificarne l'uso, due messaggi sono fissi: M1$ è uguale a "SE VUOI", e M3$ è uguale a "PREMI UN TASTO": basta quindi specificare solo M2$ (per esempio con "CONTINUARE", oppure "TERMINARE", o altre frasi simili).

Quando si usa questa subroutine in genere non si controlla

quale tasto sia stato premuto: il programma continua nell'unico modo possibile a quel punto, dopo aver effettuato una PAUSA...

```
8147 REM**********SUBROUTINE #5*********
8149 REM              PAUSA
8151 REM*******************************
8153 REM
8155 REM SCOPO:
8157 REM   QUESTA SUBROUTINE PRESENTA UN
8159 REM      MESSAGGIO E CREA UNA PAUSA
8161 REM   NELL'ESECUZIONE DEL PROGRAMMA
8163 REM    PRINCIPALE FINO A QUANDO NON
8165 REM   SI PREME UN TASTO (USA SUB#4)
8167 REM
8169 REM PRIMA DI [GOSUB 8200]:
8171 REM  M2$ >       PARTE CENTRALE DEL
8173 REM       MESSAGGIO (M1$ E M3$ SONO
8175 REM             FISSATI DALLA SUB.)
8177 REM
8179 REM DOPO IL [GOSUB 8200]:
8181 REM  A$  <    CONTIENE IL CARATTERE
8183 REM               DEL TASTO PREMUTO
8185 REM  RC  <    CONTIENE IL VALORE 21
8187 REM  M1$ <       CONTIENE="SE VUOI"
8189 REM  M3$ <CONTIENE="PREMI UN TASTO"
8191 REM  IL CURSORE E' POSIZIONATO DOPO
8193 REM    M3$; IL COLORE E' C4 (TESTO)
8195 REM
8197 REM*******************************
8199 :
8200 M1$="SE VUOI":M3$="PREMI UN TASTO"
8297 :
8299 REM*******************************
```

SUBROUTINE 6

DOMANDA SÌ/NO

Questa è una subroutine di comunicazione più complessa della precedente, nella quale infatti si tiene conto della risposta, che però può essere solo di due tipi: o sì (tasto /S/) oppure no (tasto /N/). Come per le subroutines precedenti, sono presentati i tre messaggi e si attende l'azionamento di un tasto: se però questo è diverso da /S/ e da /N/, vengono ripresentate le tre stringhe che formano la domanda. Dopo l'uso della subroutine la stringa RI$ conterrà un solo carattere, la risposta "S" oppure "N".

Questa subroutine è utile quando un programma può continuare in due modi diversi: usandola in quel punto si chiede in pratica a chi usa il programma quale alternativa vuole, ed esaminando RI$ il programma continuerà in un modo o nell'altro.

È opportuno che in M3$ sia indicato il tipo di risposta attesa, per esempio con "SI o NO" oppure brevemente con "(S/N)".

```
8353 REM*********SUBROUTINE #6**********
8355 REM          DOMANDA SI/NO
8357 REM*********************************
8359 REM
8361 REM SCOPO:
8363 REM  QUESTA SUBROUTINE PRESENTA DEI
8365 REM  MESSAGGI (USA SUB#4) E ACCETTA
8367 REM       SOLO "S" O "N" COME TASTO
8369 REM                     DI RISPOSTA
8371 REM
8373 REM PRIMA DI [GOSUB 8400]:
8375 REM  M1$;M2$;M3$ >          MESSAGGI
8377 REM                  COME PER SUB#3
8379 REM
8381 REM DOPO IL [GOSUB 8400]:
8383 REM  RI$ < CONTIENE LA RISPOSTA "S"
8385 REM                      OPPURE "N"
8387 REM  A$  <              UGALE A RI$
8389 REM  RC  <       ASSUME IL VALORE 21
8391 REM  IL CURSORE E' POSIZIONATO DOPO
8393 REM   M3$; IL COLORE E' C4  (TESTO)
```

```
8395 REM
8397 REM*********************************
8399 :
8400 GOSUB 8300:RI$=A$
8410 IF RI$="S" OR RI$="N" THEN RETURN
8420 GOTO 8400
8497 :
8499 REM*********************************
```

SUBROUTINE 7

INGRESSO DATI NUMERICI

Spessissimo occorre che chi usa un programma introduca dei numeri che saranno poi utilizzati dal programma: di questo si occupa la SUBROUTINE 7, che è piuttosto complessa.

Vediamo come funziona: per prima cosa presenta i soliti tre messaggi che questa volta chiederanno di introdurre un valore numerico, poi si mette in attesa di una risposta. La risposta apparirà nella zona domande, dopo M3$, così come è battuta, fino a quando non viene usato il tasto /RETURN/, che termina la risposta. La stringa è tradotta in numero, e questo è stampato con M3$ nella parte testo dello schermo, in modo che chi usa il programma può ricordarsi quali numeri ha già immesso, e controllare se ha fatto qualche errore.

I numeri immessi sono resi in un vettore, cioè sono attribuiti come valore ad un insieme di variabili aventi tutte lo stesso nome (viene usato VR), e distinte tra loro da un numero, o indice (I). Occorrerà quindi preoccuparsi che (I) abbia il valore desiderato prima di usare questa subroutine.

Questa subroutine incrementa da sola (I): se quindi in un programma è usata più volte di seguito, per introdurre variabili diverse, basta porre (I) = 0 prima di usarla per la prima volta: il primo numero sarà così attribuito a VR(0), il secondo a VR(1), il terzo a VR(2), e così via.

Se si prevedono più di dieci valori occorre una istruzione tipo /DIM VR (max)/ per dimensionare il vettore, dove (max) è il numero massimo di valori previsto. Dall'indice dipende anche su che riga dello schermo viene scritta la domanda M3$ seguita dalla risposta: si usano le righe da 2 a 13 per presentare i primi 12 numeri, poi il tredicesimo è presentato nuovamente nella riga 2 (cancellando quello che già c'è), e così via, in modo da poter vedere sempre gli ultimi 12 numeri: questo è molto utile quando bisogna introdurre molti numeri di seguito.

La SUBROUTINE 7 fa ancora un'altra cosa: se infatti chi usa

il programma non introduce un numero, ma batte subito /RETURN/, non viene stampato nulla nella parte testo, a VR(I) viene assegnato il valore 0, e la stringa RI$, che normalmente vale "S", diventa "N". Questo è comodo quando non si sa a priori quanti sono i numeri da inserire: in questo modo chi usa il programma può segnalare di aver terminato, come se rispondesse ad un'implicita domanda di tipo SI/NO.

```
8701 REM**********SUBROUTINE #7*********
8703 REM     INGRESSO DATI NUMERICI
8705 REM*******************************
8707 REM
8709 REM SCOPO:
8711 REM  QUESTA SUBROUTINE PRESENTA DEI
8713 REM        MESSAGGI (USA SUB#3) PER
8715 REM     CHIEDERE DEI DATI NUMERICI.
8717 REM     SE SI BATTONO DELLE CIFRE E
8719 REM  [RETURN] IL NUMERO E' IN VR(I)
8721 REM    ED E' STAMPATO SULLO SCHERMO
8723 REM     INSIEME A M3$; INOLTRE I E'
8725 REM    INCREMENTATO E RI$ VALE "S".
8727 REM         SE INVECE SI BATTE SOLO
8729 REM        [RETURN], ALLORA VR(I)=0
8731 REM  NON STAMPA NULLA SULLO SCHERMO
8733 REM      MA INCREMENTA I E RI$="N".
8735 REM
8737 REM PRIMA DI [GOSUB 8800]:
8739 REM  M1$;M2$;M3$ >    MESSAGGI COME
8741 REM      PER SUB#3: M3$ E' STAMPATO
8743 REM     ANCHE NELLA PARTE SUPERIORE
8745 REM        CON IL NUMERO INTRODOTTO
8747 REM  I   >INDICA QUALE DATO CHIEDE.
8749 REM       LA PRIMA VOLTA PORRE I=0.
8751 REM      SE SI PREVEDONO PIU' DI 10
8753 REM      DATI OCCORRE UN'ISTRUZIONE
8755 REM          TIPO "DIM VR(MASSIMO)"
8757 REM
8759 REM DOPO IL [GOSUB 8800]:
8761 REM  RI$ < ="S" OPPURE "N"
8763 REM VR(I)<   CONTIENE IL DATO NUOVO
```

```
8765 REM  I   <        INCREMENTATO DI 1
8767 REM  ST$ < CONTIENE LA STRINGA COME
8769 REM                E' STATA BATTUTA
8771 REM  RC  <     IL NUMERO DELLA RIGA
8773 REM     DOVE HA SCRITTO LA RISPOSTA
8775 REM                     [DA 3 A 13]
8777 REM   IL CURSORE E' POSIZIONATO DUE
8779 REM             RIGHE PIU' IN BASSO
8781 REM
8791 REM*******************************
8793 REM**********SUBROUTINE #7*********
8797 REM*******************************
8799 :
8800 GOSUB 8890:IF RI$="N" THEN RETURN
8810 PRINT VR(I-1):RETURN
8890 GOSUB 8600:ST$="":RI$="N"
8900 GET A$:IF A$=CHR$(13) THEN 8960
8910 IF A$=CHR$(20) THEN A$=A$+"[SHIFT]+
     [CRSR←] [SHIFT]+[CRSR←]":GOTO 8940
8920 IF A$<" " THEN 8900
8930 ST$=ST$+A$:GOTO 8950
8940 ST$=MID$(ST$,1,ABS(LEN(ST$)-1))
8950 PRINT "[CTRL]+[RVS ON]";A$;
8954 PRINT "[CTRL]+[RVS OFF]";:GOTO 8900
8960 RC=I-(INT(I/12)*12)+3:GOSUB 8100
8970 POKE 646,C4:VR(I)=VAL(ST$):I=I+1
8980 PRINT S$;"[SHIFT]+[CRSR↑] ";
8984 IF ST$="" THEN RETURN
8990 PRINT M3$:: RI$="S":RETURN
8997 :
8999 REM*******************************
```

SUBROUTINE 8

INGRESSO STRINGA

A volte è necessario che chi usa il programma introduca una stringa di caratteri anziché un numero: di questo si occupa la SUBROUTINE 8.

Sostanzialmente si comporta come la subroutine precedente, con alcune differenze: intanto nella zona testo apparirà la stringa M3$ seguita dalla risposta così come è stata scritta (e non tradotta in numero), poi la stringa di risposta che ci interessa sarà ST$.

Anche in questo caso però la risposta è interpretata come un numero, anche se in genere non lo è, per cui il valore ottenuto sarà spesso 0, e tale valore verrà anche ora attribuito alla variabile VR(I).

Anche con questa subroutine occorre fare attenzione al valore di I: indica quale variabile del vettore sarà usata e su quale riga sarà stampata la risposta.

Come per la subroutine 7, anche la SUBROUTINE 8 rende la variabile RI$ uguale a "N" se come risposta si è battuto solo /RETURN/, e uguale a "S" negli altri casi.

```
8927 REM***********SUBROUTINE #8*********
8929 REM        INGRESSO STRINGA
8931 REM*******************************
8933 REM
8935 REM SCOPO:
8937 REM  QUESTA SUBROUTINE PRESENTA DEI
8939 REM        MESSAGGI (USA SUB#3) PER
8941 REM           CHIEDERE UNA STRINGA.
8943 REM        LA STRINGA E' CONVERTITA
8945 REM     IN VALORE NUMERICO IN VR(I)
8947 REM    ED E' STAMPATO SULLO SCHERMO
8949 REM     INSIEME A M3$; INOLTRE I E'
8951 REM    INCREMENTATO E RI$ VALE "S".
8953 REM         SE INVECE SI BATTE SOLO
8955 REM       [RETURN], ALLORA VR(I)=0,
8957 REM         STAMPA UNA RIGA BIANCA,
8959 REM         INCREMENTA I E RI$="N".
8961 REM
8963 REM PRIMA DI [GOSUB 8800]:
```

```
8965 REM  M1$;M2$;M3$ >    MESSAGGI COME
8967 REM      PER SUB#3; ME$ E' STAMPATO
8969 REM     ANCHE NELLA PARTE SUPERIORE
8971 REM       CON LA STRINGA INTRODOTTA
8973 REM  I   > INDICA QUALE VR(I) USARE
8975 REM
8977 REM DOPO IL [GOSUB 9000]
8979 REM  RI$ < ="S" OPPURE "N"
8981 REM VR(I)<        CONTIENE IL VALORE
8983 REM           NUMERICO DELLA STRINGA
8985 REM  I   <         INCREMENTATO DI 1
8987 REM  ST$ <        LA STRINGA BATTUTA
8989 REM  RC  <    LA RIGA DELLO SCHERMO
8991 REM     CON LA RISPOSTA (DA 3 A 13)
8993 REM   IL CURSORE E' POSIZIONATO DUE
8995 REM              RIGHE PIU' IN BASSO
8997 REM*********************************
8999 :
9000 GOSUB 8890:IF RI$="N" THEN RETURN
9010 PRINT ST$:RETURN
9087 :
9089 REM*********************************
```

SUBROUTINE 9

SCELTA PROGRAMMI

Quando un programma può continuare in due modi diversi, possiamo usare la SUB DOMANDA SÌ/NO, che abbiamo già visto, e, a seconda della risposta, il programma continuerà in un modo o nell'altro. Quando però ci sono più di due alternative, useremo questa subroutine che permette di scegliere fino a nove possibilità. Questa situazione si presenta spesso all'inizio di programmi complessi, quando occorre scegliere tra varie parti del programma che eseguono compiti diversi.

Usando questa subroutine, appaiono nella zona testo i titoli a partire dalla riga 3 numerati da 1 in poi ed appare la domanda (nella zona domande) "SCEGLI CHE COSA" "VUOI FARE".

La risposta deve essere una cifra, compresa tra quelle apparse: se il tasto premuto non è un numero oppure è maggiore di quelli possibili la domanda è ripresentata.

Come detto i titoli al massimo possono essere nove, e sono contenuti in un vettore di stringhe, vale a dire in variabili tipo stringa tutte con lo stesso nome (PN$) e distinte da un numero: il primo titolo sarà in PN$(1), il secondo in PN$(2) e così via; inoltre la variabile PN dovrà indicare il numero di titoli usati. Per esempio, se ci sono tre possibilità dovrà essere /PN = 3/, e /PN$(1) = "primo titolo": PN$(2) = "secondo titolo": PN$(3) = "terzo titolo"/.

La risposta deve essere uno dei tre testi 1, 2 o 3; nessun altro tasto è accettato. Il valore corrispondente al tasto premuto si ritrova nella variabile PS, nel nostro esempio sarà 1, o 2 o 3 e deve essere usato per continuare nel modo voluto, con una istruzione BASIC del tipo /ON PS GOSUB.../ ovvero /ON PS GOTO.../.

```
9339 REM**********SUBROUTINE #9**********
9341 REM        SCELTA PROGRAMMI
9343 REM*******************************
9345 REM
9347 REM SCOPO:
9349 REM  QUESTA SUBROUTINE STAMPA SULLO
9351 REM     SCHERMO DEI TITOLI (MAX. 9)
9353 REM    CONTRADDISTINTI DA UN NUMERO
9355 REM          E CHIEDE DI SCEGLIERE.
9357 REM       IL NUMERO SCELTO E' IN PS
9359 REM
9361 REM PRIMA DEL [GOSUB 8400]:
9363 REM  PN  >      NUMERO DELLE SCELTE
9365 REM                          MAX 9
9367 REM  PN$(1)...PN$(PN) >     TITOLI,
9369 REM                MAX 16 CARATTERI
9371 REM             (SE 17 CHR I TITOLI
9373 REM      SONO SPAZIATI DI UNA RIGA)
9375 REM
9377 REM DOPO IL [GOSUB 9400]:
9379 REM  M1$ <   VALE:"SCEGLI CHE COSA"
9381 REM  M2$ <                 VALE:""
9383 REM  M3$ <       VALE:"VUOI FARE >"
9385 REM  RC  <       ASSUME IL VALORE 3
9387 REM  PS  <         E' IL NUMERO DEL
9389 REM                PROGRAMMA SCELTO
```

```
9391 REM  IL CURSORE E' POSIZIONATO DOPO
9393 REM   M3$; IL COLORE E' C4  (TESTO)
9395 REM
9397 REM*********************************
9399 :
9400 RC=3:GOSUB 8100
9410 FOR I=1 TO PN
9420 PRINT I"  ";I;"= ";PN$(I):NEXT
9430 M1$="SCEGLI CHE COSA":M2$=""
9440 M3$="VUOI FARE >":GOSUB 8300
9450 PS=ASC(A$)-48
9460 IF PS<1 OR PS>PN THEN 9440
9470 RETURN
9497 :
9499 REM*********************************
```

SUBROUTINE 10

MODIFICA PROGRAMMI

Nei programmi matematici di questo libro capita spesso di dover introdurre un'espressione matematica da calcolare, e questo si può fare bene modificando una o più righe del programma BASIC, usando questa subroutine.

Questa in effetti non è una subroutine, per cui il suo uso richiede più attenzione, anche se è abbastanza semplice.

Innanzitutto occorre preparare due stringhe P1$ e P2$, che contengono le due nuove righe BASIC così come le vogliamo, complete del numero di riga, ed una terza stringa P3$ che contiene un comando BASIC per riprendere un programma dal punto in cui vogliamo, tipo /RUN 2000/ oppure /GOTO 100/.

Poi si può usare la SUBROUTINE 10 andandoci con un /GOSUB 9200/ o anche un /GOTO 9200/.

Prestiamo attenzione, perché dopo queste operazioni si è perso quello che c'era sullo schermo, ed anche alcuni valori delle variabili: è opportuno quindi che la riga indicata in P3$ sia una riga iniziale di un programma, perché in genere si comincia proprio pulendo lo schermo.

```
9131 REM*********SUBROUTINE #10*********
9133 REM        MODIFICA PROGRAMMI
9135 REM*********************************
```

```
9137 REM
9139 REM SCOPO:
9141 REM   QUESTA SUBROUTINE PERMETTE DI
9143 REM     AGGIUNGERE O MODIFICARE DUE
9145 REM          RIGHE DEL PROGRAMMA IN
9147 REM                       MEMORIA.
9149 REM
9151 REM ATTENZIONE:
9153 REM     NON E' UNA VERA SUBROUTINE:
9155 REM   L'USO DI QUESTA SUBROUTINE FA
9157 REM    PERDERE TUTTE LE VARIABILI E
9159 REM          NON TORNA AL PROGRAMMA
9161 REM       CHIAMANTE, MA RIPRENDE LA
9163 REM          ESECUZIONE DA UNA RIGA
9165 REM                 INDICATA IN P3$
9167 REM
9169 REM PRIMA DI [GOSUB 9200]:
9171 REM  P1$ > PRIMA RIGA DA AGGIUNGERE
9173 REM   AL PROGRAMMA, DEVE COMINCIARE
9175 REM                   CON UN NUMERO
9177 REM  P2$ >  SECONDA RIGA (COME P1$)
9179 REM  P3$ > TERZA RIGA DI ESECUZIONE
9181 REM     IMMEDIATA, TIPO "RUN 1000",
9183 REM       CHE RILANCIA IL PROGRAMMA
9185 REM
9187 REM DOPO IL [GOSUB 9200]:
9189 REM   TUTTE LE VARIABILI VALGONO 0,
9191 REM      P1$ E P2$ SONO AGGIUNTE AL
9193 REM     PROGRAMMA, P3$ E' ESEGUITA.
9195 REM   LO SCHERMO DEVE ESSERE PULITO
9197 REM********************************
9199 :
9200 PRINT "[SHIFT]+[HOME][2 CRSR↑]";
9204 PRINT P1$:PRINT P2$
9210 PRINT P3$;"[HOME]";
9220 POKE 198,3:POKE 631,13:POKE 632,13
9230 POKE 633,13:END
9297 :
9299 REM********************************
```

SUBROUTINE 11

ALTA RISOLUZIONE

Questa è la prima di cinque subroutines specializzate, che gestiscono i disegni ad alta risoluzione (320 x 200 punti). Il suo scopo è quello di preparare la pagina ad alta risoluzione, presentando il titolo del programma ed un messaggio: possiamo uscire dalla pagina grafica premendo il tasto /C/.

La gestione della grafica sul C-64 non è semplice in BASIC. Noi abbiamo cercato un compromesso tra velocità di esecuzione e semplicità dei programmi, usando anche una piccola subroutine in linguaggio macchina, preparata anch'essa dalla SUBROUTINE 11.

Potremo usare queste subroutines grafiche anche per creare i nostri disegni...

```
9703 REM*******SUBROUTINE #11***********
9705 REM      ALTA RISOLUZIONE
9707 REM*******************************
9709 REM
9711 REM SCOPO:
9713 REM
9715 REM   QUESTA SUBROUTINE INIZIALIZZA
9717 REM   LA PAGINA GRAFICA,PRESENTANDO
9719 REM   IL TITOLO DEL PROGRAMMA ED UN
9721 REM                MESSAGGIO FISSO.
9723 REM
9725 REM PRIMA DEL [GOSUB 9800]:
9727 REM  PR$ > DEVE CONTENERE IL TITOLO
9729 REM
9731 REM DOPO IL [GOSUB 9800]:
9733 REM  C0 < ?     USATA PER I CALCOLI
9735 REM           DALLE SUB #11,#12,#14
9737 REM  C1 < ?     USATA PER I CALCOLI
9739 REM           DALLE SUB #11,#12,#14
9741 REM  C2 < ?     USATA PER I CALCOLI
9743 REM           DALLE SUB #11,#12,#14
9745 REM  C3 < ?     USATA PER I CALCOLI
9747 REM               DALLE SUB #12,#14
9749 REM  C4 < ?     USATA PER I CALCOLI
```

```
9751 REM                DALLE SUB #13,#14
9753 REM  C5 < ?     USATA PER I CALCOLI
9755 REM                     DALLA SUB #13
9757 REM  C6 < ?     USATA PER I CALCOLI
9759 REM                     DALLA SUB #13
9761 REM M3$ <    CONTIENE IL MESSAGGIO:
9763 REM          " C = PAGINA NUMERICA"
9765 REM  XH <      RIGA PER SCRIVERE IN
9767 REM                ALTA RISOLUZIONE
9769 REM  YH <   COLONNA PER SCRIVERE IN
9771 REM                ALTA RISOLUZIONE.
9773 REM            PUNTANO IL CARATTERE
9775 REM                         DOPO M3$.
9777 REM
9779 REM*******************************
9799 :
9800 IF PEEK(881)=169 THEN 9814
9804 READ M3$:IF M3$<>"@" THEN 9804
9808 POKE 52,32:POKE 56,32
9810 FOR C5=881 TO 925:READ C6
9812 POKE C5,C6:NEXT
9814 PRINT "[SHIFT]+[HOME]"
9816 SYS881:C5=53265
9820 POKE C5,PEEK(C5) AND 191
9824 POKE 53272,PEEK(53272) OR 8
9830 POKE C5,PEEK(C5) OR 32
9834 M3$=PR$:XH=1:YH=0:GOSUB 9500
9840 M3$=" C = PAGINA NUMERICA"
9844 YH=24:GOSUB 9500:RETURN
9850 DATA @,169,32,141,126,3,160
9854 DATA 32,162,0,169,0,157
9860 DATA 0,64,202,208,250,238
9864 DATA 126,3,136,208,240,234
9870 DATA 169,25,162,40,157,255
9874 DATA 3,202,208,250,169,100
9880 DATA 162,120,157,111,7,202
9884 DATA 208,250,96
9889 :
9899 REM*******************************
```

SUBROUTINE 12

PUNTO (XX,YY)

Questa SUBROUTINE accende un punto sullo schermo ad alta risoluzione: è utile per disegnare figure irregolari, quali grafici o funzioni.

Le coordinate del punto sono indicate da due variabili, XX, orizzontale, che può variare tra 0 e 319, e YY, verticale, che può variare tra 0 e 199.

Il punto di coordinate 0,0 è l'angolo in alto a sinistra dello schermo.

```
9601 REM*******SUBROUTINE #12***********
9603 REM       PUNTO (XX,YY)
9605 REM*******************************
9607 REM
9609 REM SCOPO:
9611 REM    QUESTA SUBROUTINE ACCENDE UN
9613 REM       PUNTO IN ALTA RISOLUZIONE
9615 REM                (SU FONDO NERO).
9617 REM
9619 REM PRIMA DEL [GOSUB 9700]:
9621 REM  XX >         DEVE CONTENERE LA
9623 REM          COORDINATA ORIZZONTALE
9625 REM               DEL PUNTO (0-319)
9627 REM  YY >         DEVE CONTENERE LA
9629 REM            COORDINATA VERTICALE
9631 REM              DEL PUNTO (0-199).
9633 REM
9635 REM DOPO IL [GOSUB 9700]:
9637 REM  C0 < ?                  USATE
9639 REM  C1 < ?                    PER
9641 REM  C2 < ?                 CALCOLI
9643 REM  C3 < ?                INTERNI.
9645 REM
9689 REM*******************************
9699 :
9700 C0=INT(XX/8):C1=INT(YY/8):
9710 C3=8192+C1*320+8*C0+(YY AND 7)
9714 C2=7-(XX AND 7)
```

```
9720 POKE C3,PEEK(C3) OR (2↑C2):RETURN
9789 :
9799 REM*********************************
```

SUBROUTINE 13

RIGA (XX,YY,X1,Y1)

Questa SUBROUTINE è ancora più utile della precedente: permette, infatti, di tracciare righe con qualunque inclinazione, di qualunque lunghezza. Ha un solo difetto: non è molto veloce.

Le due variabili XX, YY si riferiscono al punto di partenza della riga, mentre X1 e Y1 si riferiscono all'altro estremo. Attenzione però: X1 e Y1 sono relativi al punto di partenza, e non assoluti. Possono essere quindi positivi o negativi, indicando di quanto ci si deve spostare per raggiungere, dalla partenza, il punto di arrivo.

Per semplificarne l'uso, inoltre, questa subroutine modifica XX e YY, che assumono i valori del punto di arrivo. Un successivo uso di questa subroutine traccerà una riga che inizia dove la precedente finisce.

```
9501 REM*******SUBROUTINE #13***********
9503 REM     RIGA (XX,YY;X1,Y1)
9505 REM*******************************
9507 REM
9509 REM SCOPO:
9511 REM   QUESTA SUBROUTINE TRACCIA UNA
9513 REM        RIGA IN ALTA RISOLUZIONE
9515 REM                  (USA SUB #12).
9517 REM
9519 REM PRIMA DEL [GOSUB 9600]:
9521 REM  XX,YY > COORDINATE DELL'INIZIO
9523 REM                      DELLA RIGA
9525 REM  X1,Y1 >  SPOSTAMENTO NELLE DUE
9527 REM                      DIREZIONI.
9529 REM
9531 REM DOPO IL [GOSUB 9600]:
9533 REM  XX,YY <      CONTENGONO ORA LE
9535 REM         COORDINATE DI FINE RIGA
```

```
9537 REM  C4 < ?                USATE PER
9539 REM  C5 < ?                  CALCOLI
9541 REM  C6 < ?                 INTERNI.
9543 REM
9589 REM*********************************
9599 :
9600 C5=ABS(X1):C6=ABS(Y1)
9610 IF C6>C5 THEN 9660
9620 C4=(C6/C5)* SGN(Y1)
9630 FOR XX=XX TO (XX+X1) STEP  SGN(X1)
9640 GOSUB 9700:YY=YY+C4:NEXT
9650 RETURN
9660 C4=(C5/C6)* SGN(X1)
9670 FOR YY=YY TO (YY+Y1) STEP  SGN(Y1)
9680 GOSUB 9700:XX=XX+C4:NEXT
9690 RETURN
9695 :
9699 REM*********************************
```

SUBROUTINE 14

PRINT (XH,YH)

Per poter scrivere in alta risoluzione non possiamo usare l'istruzione BASIC /PRINT/ ma dobbiamo usare questa SUBROUTINE, che scrive la stringa M3$ nella posizione indicata dalle due coordinate XH (colonna da 0 a 39) e YH (riga da 0 a 24).

```
  01 REM*******SUBROUTINE #14************
9403 REM    PRINT ALTA RISOLUZIONE
9405 REM*********************************
9407 REM
9409 REM SCOPO:
9411 REM     QUESTA SUBROUTINE STAMPA UN
9413 REM   MESSAGGIO IN ALTA RISOLUZIONE
9415 REM
9417 REM PRIMA DEL [GOSUB 9500]:
9419 REM  XH >                RIGA (0-39)
9421 REM  YH >            COLONNA (0-24)
```

```
9423 REM M3$ >     MESSAGGIO DA STAMPARE
9425 REM
9427 REM DOPO IL [GOSUB 9500]:
9429 REM  C0 < ?                    USATE
9431 REM  C1 < ?                      PER
9433 REM  C2 < ?                  CALCOLI
9435 REM  C3 < ?                  INTERNI
9437 REM  C4 < ?                        .
9439 REM M2$ < ?
9441 REM
9489 REM*******************************
9499 :
9500 C0=8192+XH*8+YH*320
9510 C1=LEN(M3$):IF C1=0 THEN RETURN
9520 POKE 56334,PEEK(56334) AND 254
9524 POKE 1,PEEK(1) AND 251
9530 FOR C2=1 TO C1:M2$=MID$(M3$,C2,1)
9540 C3=ASC(M2$):IF C3>63 THEN C3=C3-64
9550 FOR C4=0 TO 7
9554 POKE (C4+C0),PEEK(53248+C4+8*C3)
9560 NEXT :C0=C0+8:NEXT
9570 POKE 1,PEEK(1) OR 4
9574 POKE 56334,PEEK(56334) OR 1
9580 RETURN
9589 :
9599 REM*******************************
```

SUBROUTINE 15

BASSA RISOLUZIONE

Per tornare dalla Alta Risoluzione alla solita pagina testo del BASIC basta chiamare questa SUBROUTINE, che effettua la pulitura dello schermo come la SUBROUTINE 1. Attenzione: può capitare che le variabili BASIC "sporchino" la pagina grafica. In questo caso rilanciamo di nuovo il programma con RUN/

```
9801 REM******SUBROUTINE #15************
9803 REM     BASSA RISOLUZIONE
9805 REM*******************************
9807 REM
9809 REM SCOPO:
9811 REM    QUESTA SUBROUTINE ESCE DALLA
9813 REM     ALTA RISOLUZIONE, ESEGUENDO
9815 REM        L'INIZIALIZZAZIONE DELLO
9817 REM           SCHERMO (USA SUB #1).
9819 REM
9821 REM
9823 REM PRIMA DEL [GOSUB 9900]:
9825 REM  PR$ > DEVE CONTENERE IL TITOLO
9827 REM
9829 REM DOPO IL [GOSUB 9900]:
9831 REM                    (VEDI SUB #1)
9833 REM
9835 REM*******************************
9837 :
9900 POKE 53265,PEEK(53265) AND 223
9910 POKE 53272,PEEK(53272) AND 247
9920 GOTO 8000
9989 :
9999 REM*******************************
```

Se desiderate essere tenuti al corrente delle novità delle nostre collane compilate e spediteci in busta chiusa il tagliando sottostante. Vi terremo periodicamente informati.

Se desiderate sottoporci, per una eventuale pubblicazione, dei vostri specifici lavori, programmi o esperienze sui computer più diffusi, o più recenti, inviateci degli esempi, anche parziali. Saremo lieti di esaminarli e, nel caso, di prendere contatto con Voi.

Saranno inoltre molto gradite eventuali osservazioni, segnalazioni, modifiche o aggiunte ai programmi del presente libro, nonché proposte e suggerimenti per successive pubblicazioni.
Inviare a
GREMESE EDITORE Via Virginia Agnelli, 88 - 00185 ROMA

Desidero essere tenuto al corrente della pubblicazione delle Vs. novità.

Ho tratto questa scheda dal volume Fisica con C-64 acquistato presso:

□ Edicola .....

□ Libreria .....

Nome .....

Cognome .....

Professione .....

Indirizzo .....

Città.....Cap.....

Età.....Studi.....

FISICA con COMMODORE 64

Tanti fantastici programmi,
appositamente ideati e realizzati secondo gli attuali
programmi scolastici italiani
per garantirvi un migliore approccio alla materia,
una migliore comprensione,
uno studio più razionale e meno faticoso
sfruttando al massimo tutte le meravigliose possibilità
del vostro... compagno di giochi!

Tra gli argomenti trattati in questo libro:

PROGRAMMI, ACCURATAMENTE SPIEGATI,
CHE SPAZIANO IN TUTTI I CAMPI DELLA FISICA,
MECCANICA, STATICA, FLUIDICA, ACUSTICA, OTTICA,
ELETTRICITÀ. TUTTE TOCCATE, NEI LORO PUNTI
NEVRALGICI, IN MODO DA AVERE UN AUTENTICO
TRAMPOLINO DI LANCIO NON SOLO PER LO STUDIO
DELLA FISICA MA ANCHE PER LA SUA CONCRETA
UTILIZZAZIONE.

Cambiate la vostra scuola,
Migliorate il vostro rendimento
Mettete il computer al vostro servizio!

Con questo libro non solo scoprirete con amici e
insegnanti nuove prospettive, nuove dimensioni,
ma imparerete voi stessi a modificare i programmi
proposti o a realizzarne altri, sempre nuovi, personali,
per le vostre specifiche esigenze.

Studiare
col computer
È PIÙ DIVERTENTE
È PIÙ FACILE
È PIÙ...!!!

CL 006-0179-9 ISBN 88-7605-179-1

L. 8.000 (...)

FISICA con COMMODORE 64

4